

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV VÝKONOVÉ ELEKTROTECHNIKY A ELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

DEPARTMENT OF POWER ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING

NÁVRHOVÉ SYSTÉMY POUŽÍVANÉ V OBLASTI ELEKTRICKÝCH PŘÍSTROJŮ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

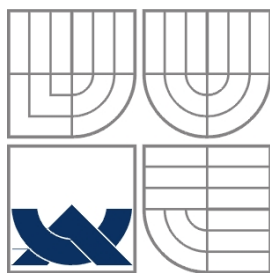
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

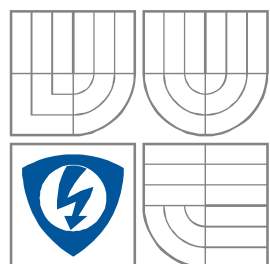
AUTHOR

Jiří Stejskal

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNologiÍ**
**ÚSTAV VÝKONOVÉ ELEKTROTECHNIKY
A ELEKTRONIKY**
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF RADIO ELECTRONICS

NÁVRHOVÉ SYSTÉMY POUŽÍVANÉ V OBLASTI ELEKTRICKÝCH PŘÍSTROJŮ

DESIGN SYSTEMS USED IN THE FIELD OF ELECTRICAL APPARATUSES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

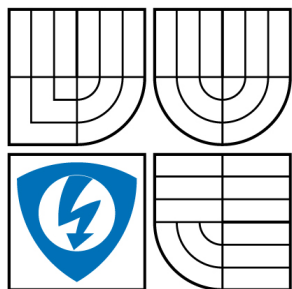
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Jiří Stejskal

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Jiří Valenta Ph.D.

BRNO, 2008



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav výkonové elektrotechniky a
elektroniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

Student: Stejskal Jiří

ID: 83224

Ročník: 3

Akademický rok: 2007/2008

NÁZEV TÉMATU:

Návrhové systémy používané v oblasti elektrických přístrojů

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Provedte rešerši a marketingový průzkum 2D CAD systémů, které se používají v oblasti návrhu elektrických rozváděčů nn.
2. Popište hlavní možnosti, které jednotlivé systémy nabízejí, uveďte, zda-li má program vlastní grafické rozhraní, jaké podporuje datové formáty pro export a import, možnost importu nových dat a syntax vstupu.
3. U vybraných systémů prakticky předvedte editaci databáze přístrojů.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Dle pokynů vedoucího práce.

Termín zadání: 10.10.2007

Termín odevzdání: 6.6.2008

Vedoucí práce: Ing. Jiří Valenta, Ph.D.

doc. Ing. Čestmír Ondrůšek, CSc.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

LICENČNÍ SMLOUVA

POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Jiří Stejskal
Bytem: Úvoz 436/92, 60200, Brno - Veveří
Narozen/a (datum a místo): 4.5.1984, Brno

(dále jen "autor")

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
se sídlem Údolní 244/53, 60200 Brno 2
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:
doc. Ing. Čestmír Ondrůšek, CSc.

(dále jen "nabyvatel")

Článek 1

Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- ☐ disertační práce
- ☐ diplomová práce
- ☒ bakalářská práce

jiná práce, jejíž druh je specifikován jako

(dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Návrhové systémy používané v oblasti elektrických přístrojů

Vedoucí/školicel VŠKP: Ing. Jiří Valenta, Ph.D.

Ústav: Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky

Datum obhajoby VŠKP:

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v:

- ☒ tištěné formě - počet exemplářů 1
- ☒ elektronické formě - počet exemplářů 1

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ☒ ihned po uzavření této smlouvy
 - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
 - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
 - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
 - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne:

.....

Nabyvatel

.....

Autor

Abstrakt

Bakalářská práce je vypracována na základě požadavků zadavatele firmy OEZ, s.r.o. a je rozdělena na dvě části.

První část práce se zabývá nejčastěji používanými 2D CAD systémy, které používají konstruktéři, dle svých odpovědí v oblasti návrhu elektrických rozvaděčů nn. V práci jsou popsány hlavní možnosti těchto systémů, dále pak jaké datové formáty jsou jimi podporovány.

V druhé části práce jsou popsány programy určené k výpočtu oteplení rozvaděčů. Jedná se jednak o programy, které dodává konkrétní výrobce rozvaděčové skříně, a dále programy založené na metodě konečných prvků a metodě konečných objemů, které umožňují grafické zobrazení výsledků.

Abstract

Bachelor's thesis is engaged on the base of submitter's requests company OEZ, s.r.o. and is divided into two parts.

The first part of work deals with the most often used 2D CAD systems that are used by designers according to their answers in the area of suggestion of electric switchboards low voltage. In the work are described main possibilities of these systems, then what kinds of data format are supported by them.

In the second part of the work are described programs established on calculation of warming switchboards. It goes about programs, which supply concrete producer of switchboard case, and further programs based on method of final elements and method of final volume, which enable graphic representation of results.

Klíčová slova

AutoCAD, Microstation, SchémataCAD, DesignCAD, OtherCAD, MKP, MKO, Ansys, Fluent, Flux, STAR-CD

Keywords

AutoCAD, Microstation, SchémataCAD, DesignCAD, OtherCAD, FEM, FVM, Ansys, Fluent, Flux, STAR-CD

Bibliografická citace

STEJSKAL, J. *Návrhové systémy používané v oblasti elektrických přístrojů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 52 s.
Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Valenta, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma **NÁVRHOVÉ SYSTÉMY POUŽÍVANÉ V OBLASTI ELEKTRICKÝCH PŘÍSTROJŮ** jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne

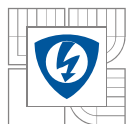
Podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Jiřímu Valentovi Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu, kterou mi dávali během studia. A hlavně své přítelkyni za trpělivost a morální podporu.

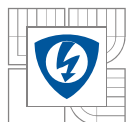
V Brně dne

Podpis autora

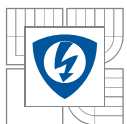


OBSAH

OBSAH.....	10
1 ÚVOD.....	14
2 NÁVRHOVÉ CAD SYSTÉMY.....	16
2.1 ROZDĚLENÍ CAD SYSTÉMŮ.....	16
2.1.1 ROZDĚLENÍ PODLE ROZSAHU POUŽITÍ	17
2.1.2 ROZDĚLENÍ Z HLEDISKA VYSPĚLOSTI	17
2.1.3 ROZDĚLENÍ Z HLEDISKA 2D A 3D MODELOVÁNÍ	18
2.2 AUTOCAD	19
2.2.1 PŘEDSTAVENÍ PROGRAMU AUTOCAD	19
2.2.2 HLAVNÍCH VLASTNOSTÍ.....	19
2.2.3 DATOVÉ FORMÁTY	21
2.2.4 PŘEHLED VERZÍ.....	22
2.2.5 HARDWAROVÉ NÁROKY	22
2.3 MICROSTATION.....	22
2.3.1 PŘEDSTAVENÍ PROGRAMU MICROSTATION	22
2.3.2 HLAVNÍ VLASTNOSTI	22
2.3.3 DATOVÉ FORMÁTY	24
2.3.4 PŘEHLED VERZÍ.....	25
2.3.5 HARDWAROVÉ NÁROKY	25
2.4 SCHÉMATA CAD	25
2.4.1 PŘEDSTAVENÍ PROGRAMU SCHÉMATA CAD	25
2.4.2 HLAVNÍ VLASTNOSTI	26
2.4.3 FORMÁT SOUBORŮ	27
2.4.4 PŘEHLED VERZÍ.....	27
2.4.5 HARDWAROVÉ NÁROKY	27
2.5 DESIGNCAD	28
2.5.1 PŘEDSTAVENÍ PROGRAMU DESIGNCAD	28
2.5.2 HLAVNÍ VLASTNOSTI	28
2.5.3 DATOVÉ FORMÁTY	29
2.5.4 PŘEHLED VERZÍ.....	29
2.5.5 HARDWAROVÉ NÁROKY	30
2.6 OTHERCAD.....	30
2.6.1 PŘEDSTAVENÍ PROGRAMU OTHERCAD.....	30
2.6.2 HLAVNÍ VLASTNOSTI	31
2.6.3 DATOVÉ FORMÁTY	31
2.6.4 HARDWAROVÉ NÁROKY.....	31
3 OTEPLENÍ ROZVÁDĚČŮ	32
3.1 OTEPLENÍ	32
3.2 OCHLAZOVÁNÍ PŘÍSTROJE	33
3.3 SDÍLENÍ TEPLA VEDENÍM.....	33
3.4 SDÍLENÍ TEPLA PROUDĚNÍM	34



3.5 SDÍLENÍ TEPLA SÁLÁNÍM (ZÁŘENÍM)	34
3.6 OTEPLENÍ ROZVÁDĚČŮ	35
3.7 VÝPOČTOVÉ PROGRAMY	35
3.7.1 ROZVÁDĚČE XP	35
3.7.2 SCHRACK	38
3.7.3 CLIMA	39
3.8 FEM A FVM	39
3.8.1 METODA KONEČNÝCH PRVKŮ	39
3.8.2 ANSYS	40
3.8.3 FLUX	42
3.8.4 MAXWELL	44
3.8.5 METODA KONEČNÝCH OBJEMŮ	44
3.8.6 FLUENT	45
3.8.7 STAR-CD	46
3.9 PŘÍKLADY VÝPOČTU OTEPLENÍ	46
3.9.1 ŘEŠENÍ PROGRAMEM ROZVÁDĚČE XP	46
3.9.2 ŘEŠENÍ PROGRAMEM ANSYS	48
4 ZÁVĚR	50
LITERATURA	51

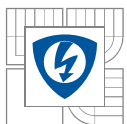


SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 2.1: Ukázka pracovní plochy programu AutoCAD.....</i>	<i>21</i>
<i>Obrázek 2.2: Ukázka pracovní plochy programu SchémataCAD.....</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 3.1: Tepelné účinky proudu: a) oteplování, b) ochlazování</i>	<i>32</i>
<i>Obrázek 3.2: Zadávání parametrů rozváděčové skříně v programu Rozváděče XP.....</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 3.3: Zadávání parametrů přístrojů v rozváděčové skříně v programu Rozváděče XP....</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 3.4: Ukázka provedení výpočtu podle zadaných parametrů[30].....</i>	<i>38</i>
<i>Obrázek 3.5: Ukázka programu Clima firmy Schneider.....</i>	<i>39</i>
<i>Obrázek 3.6: Ukázka teplotní simulace programu ANSYS</i>	<i>41</i>
<i>Obrázek 3.7: Ukázka použití programu Flux na analýzu jističe</i>	<i>43</i>
<i>Obrázek 3.8: Zadání parametrů skříně</i>	<i>47</i>
<i>Obrázek 3.9: Zadání parametrů přístrojů.....</i>	<i>47</i>
<i>Obrázek 3.10: Výpočet oteplení programu Rozváděče XP</i>	<i>48</i>
<i>Obrázek 3.11: Ukázka řešení programem ANSYS</i>	<i>49</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1.1: Programy na analýzu oteplení přístrojů a magnetického pole[29]</i>	<i>15</i>
<i>Tabulka 3.1: Přístroje rozváděče</i>	<i>46</i>



SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

$R[\Omega]$	Odpor vodiče
$\alpha_0[\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}]$	Součinitel přestupu tepla
$A[\text{m}^2]$	Ochlazovací plocha povrchu
$\Delta\vartheta[K]$	Okamžité oteplení tělesa
$c[\text{J}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{K}^{-1}]$	Objemová tepelná kapacita
$V[\text{m}^3]$	Objem
$\Phi[\text{W}]$	Tepelný tok
$\lambda[\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}]$	Součinitel tepelné vodivosti
$T[\text{K}]$	Teplota

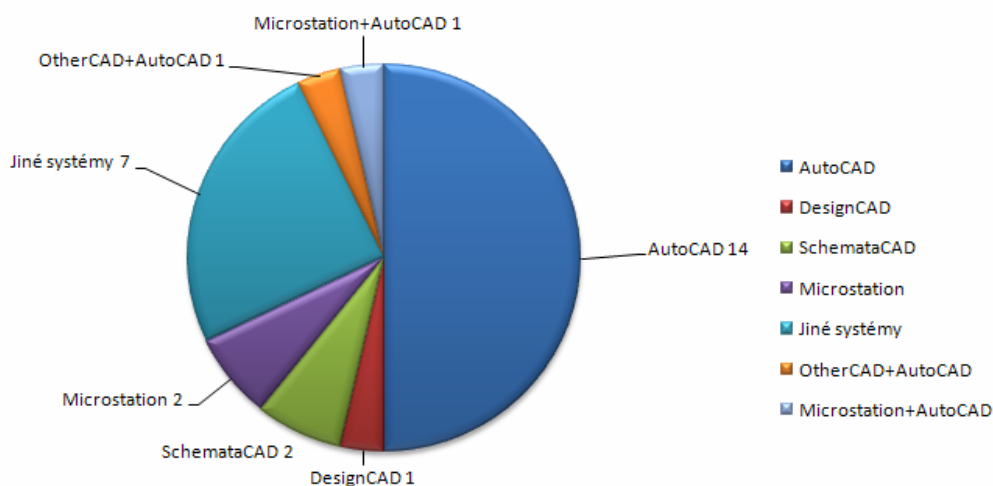
CAD	Počítačem podporované konstruování
DGN	Proprietární formát souborů CAD aplikace Microstation
DWF	Design Web Format™ je komprimovaný formát souborů pro elektronické publikování 2D a 3D návrhových dat. Umožňuje chránit datový obsah, pracovat s hladinami, pohledy, měřítkem, vlastnostmi CAD objektů. Podporuje publikování více listů i typů souborů v jednom DWF balíčku.
DWG	DraWinG - binární formát souborů výkresů AutoCADu. De-facto standard pro reprezentaci CAD dat. Formát specifikovaný firmou Autodesk.
OLE	Object Linking and Embedding - přenášení objektů mezi Windows aplikacemi se zachováním vazby mezi aplikacemi.
DXF	Drawing Interchange Format - textový formát souborů výkresů AutoCADu. De-facto standard pro reprezentaci CAD dat v otevřeném (Autodeskem publikovaném) formátu. Textová podoba formátu DWG. DXF formát existuje i v komprimované binární podobě.[14]

1 ÚVOD

V bakalářské práci se snažím popsat návrhové 2D CAD systémy používané v oblasti elektrických přístrojů na navrhování rozváděčů nn. Mým cílem bylo co nejpřesněji zmapovat Českou a Slovenskou republiku a vytvořit tak obraz o procentuálním využívání těchto systémů. Snažil jsem se oslovit co nejvíce firem. Obeslal jsem celkem 112 firem a konstrukčních kanceláří zabývajících se projektováním elektroinstalací se zaměřením na projektování rozváděčů. Firmy jsem oslovoval emailem na základě vyhledání jejich kontaktů na internetu. V emailu jsem vznesl dotaz na to, jestli používají 2D CAD systém k projektování rozváděčů nn a případně na kolika stanicích je využíván. Výsledky výzkumu jsou uvedeny ve výšečovém grafu číslo 1.

Čtrnáct firem odpovědělo, že využívají pouze AutoCAD od firmy Autodesk a to ve velice různém spektru verzí, nejčastěji však v odlehčené verzi LT. Dvě firmy uvedly, že používají pouze program Microstation od firmy Bentley a nebo pouze SchémataCAD od firmy Elmer. Jedna firma uvedla, že používá Microstation i AutoCAD. Dále jedna firma uvedla, že používá program OtherCAD společně s AutoCAD. A na konec jedna firma zodpověděla, že používá program DesignCAD. Dále poměrně velké procento konstruktérů uvedlo, že nepoužívá žádný 2D CAD systém a buď mají vytvořen systém bloků, a nebo že používají 3D CAD systém. Jelikož není součástí mé práce se zabývat touto skupinou, je uvedena v grafu jako „jiné systémy“.

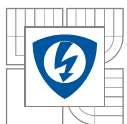
Zobrazení odpovědí dotázaných firem



Obrázek 1.1: Zobrazení odpovědí firem

Ve druhé části bakalářské práce jsou popsány programy pro návrh a analýzu oteplení rozváděče. Nejspolehlivější výsledky dává zkouška oteplení v laboratoři, která je také uznávána pro typovou zkoušku rozváděče. Při této zkoušce jednotlivé termočlánky v různých částech skříně a hlavně proudovodné dráhy měří skutečnou teplotu měřených míst při průchodu jmenovitého proudu po dobu 24 h (nebo do ustáleného oteplení).[28]

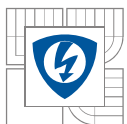
V dnešní době s rozvojem výpočetní techniky je možno před provedením typové zkoušky provést analýzu oteplení pomocí některého z následně uvedených programů. Programy jsou rozděleny do dvou skupin, první nazvaná výpočtové programy a druhá



metoda konečných prvků a metoda konečných objemů. První skupinu tvoří vesměs firemní programy, které jsou udělány na konkrétní typ rozváděče a zvládají pouze výpočet oteplení. Programy v druhé skupině jsou založeny na metodě konečných prvků a metodě konečných objemů, umějí jednak vypočítat, ale i zobrazit průběhy oteplení a elektromagnetických polí.

Typ analýzy	Program	Metoda
Analýza magnetického pole	Maxwell	FEM
	Ansys	FEM
	Flux	FEM
Tepelné pole	Ansys	FEM
	STAR-CD	FVM
	Fluent	FVM

Tabulka 1.1: Programy na analýzu oteplení přístrojů a magnetického pole[29]



2 NÁVRHOVÉ CAD SYSTÉMY

2.1 Rozdělení CAD systémů

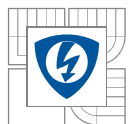
Zvážení nasazení 2D výkresové dokumentace nebo 3D parametrických modelů tvoří základ zdárné realizace nového výrobku. Znalost výhod a možností obou přístupů pomůže řešit i volbu efektivní metodiky navrhování nových výrobků v podniku nebo soukromé firmě. Dostupnost kvalitní a dostatečně výkonné výpočetní techniky v posledních letech umožňuje využívat efektivnější postupy v oblasti počítačového navrhování a přípravy výroby. Nový výrobek se stává virtuálním prototypem v elektronické podobě, který může být na osobním počítači kompletně navrhnout a zkontrolován, včetně simulace jeho výroby.

Moderní technologie umožňují se stále častěji vracet k podstatě prostorového myšlení, které je pro navrhování daleko přirozenější než plošné. Samozřejmě, že klasická koncepce 2D výkresové dokumentace ještě zůstane v některých oborech dlouho základním zdrojem informací, ale i zde může znamenat využití prostorových modelů urychlení a zkvalitnění vývoje. Některé CAD systémy nabízejí nástroje pro víceuživatelské navrhování a umožňují tak pracovat a sdílet data více členů skupiny, přičemž je zabezpečen požadavek, aby nebyly změny provedené jedním uživatelem přepsány změnami provedenými jiným uživatelem. Jedná se o tzv. paralelní konstruování. Všichni členové rozsáhlého návrhářského týmu mohou zobrazit, manipulovat a označovat soubory v zabezpečeném webovém prostředí. V systému s touto službou může jakýkoli návrhář okamžitě sdílet informace návrhů uložené v CAD souborech s kýmkoli uvnitř týmu spolupracovníků nebo i mimo společnost - a to ve formě, která se automaticky přizpůsobí potřebám příjemce.

Mezi přínosy CAD systémů patří:

- Jednoduchost:
 - okamžité připojení,
 - žádné procesní změny v podniku,
 - rychlá implementace.
- Jediný zdroj:
 - všechny informace o výrobku jsou na jediném místě,
 - žádné faxy, kopírování souborů nebo poštovní zásilky,
 - žádná "zastaralá data".
- Výkon:
 - navržen pro běžná připojení,
 - žádné přenosy velkých souborů,
 - žádné čekání na zobrazení souboru.
- Funkčnost:
 - úplná správa projektů,
 - snadný přístup k negrafickým datům o výrobku, struktuře sestavy a grafice,
 - on-line poznámky,
 - integrace 2D dat,
 - animace a montážní postupy.

Špičkové technologie používané především v leteckém průmyslu a kosmickém



výzkumu jsou dnes dostupné všem uživatelům v technických oborech. Svůj podíl na tomto rozvoji má především úroveň hardware a software využívaného v osobních počítačích. Přesto, že si svět UNIXu a supervýkonných počítačů zachovává neustále svou pozici především v oblastech řešení speciálních úkolů vyžadujících vysoký výkon a stabilitu, jsou osobní počítače v popředí zájmu díky své dostupnosti. Jedná se o platformu s největším potenciálem uživatelů, a proto je drtivá většina aplikací z oblasti CAD technologií dostupná také pro osobní počítače. CAD aplikace dostupné na trhu můžeme rozdělit do několika skupin podle různých hledisek.

2.1.1 Rozdělení podle rozsahu použití

1. Malé CAD aplikace

- zpracování výkresové dokumentace, jednoduché 3D kreslení, možnost rozšíření o různé nadstavby (normalizované součásti), většinou neparametrické systémy – AutoCAD, VariCAD.

2. Velké CAD aplikace

- parametrické modelování v 3D prostoru, následná tvorba 2D výkresů, pevnostní analýza, NC programy – ProEngineer.

3. Výpočetní CAD aplikace

- univerzální výpočty (pevnostní analýza, tepelné děje, optimalizace, MKP) – ANSYS, MSC NASTRAN.

4. Vizualizační CAD aplikace

- animace a vizualizace – 3ds max, Rhinoceros.

5. Rapid Prototyping rychlá a levná výroba modelů a prototypových dílů z 3D CAD modelů nebo z 3D scanovaných dat získaných prostorovou digitalizací – Stereolithography, Stereo.

2.1.2 Rozdělení z hlediska vyspělosti

1. I. generace

- 2D CAD systémy bez otevřené architektury - AutoCAD LT.

2. II. generace

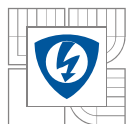
- 2D a 3D CAD systémy s podporou klasického modelování a otevřenou архитектурou
- AutoCAD, MicroStation.

3. III. generace

- 2D a 3D CAD systémy (CAD/CAE) s podporou parametrického modelování a otevřenou архитектурou – Inventor, systémy s modelovacím jádrem Parasolid nebo ACIS.

4. IV. generace

- 2D a 3D CAD systémy s podporou adaptivního modelování a správou dat o výrobku (PDM) - Catia, Pro/Engineer.



2.1.3 Rozdělení z hlediska 2D a 3D modelování

- 2D kreslicí program (tvoří výkresovou dokumentaci),
- 2D modelovací program (má modelový a výkresový prostor),
- 3D modelovací program bez historie vzniku modelu (má primitiva a Booleovské funkce),
- 3D modelovací program s historií vzniku modelu (postup vytváření je uložen ve stromové struktuře, která je u jednotlivých systémů velice odlišná – spolu s větvemi; parametrická skica i 3D operace).

2D systémy - Jsou historicky nejstarší, jejich výstupem je výkres i data pro NC stroje.

Tyto programy mají mnoho společných vlastností:

- základní entity (úsečka, křivka, kružnice, elipsa, ...),
- členění do hladin,
- stejné editační příkazy,
- tvorba bloků,
- nástroje pro kótování,
- vyplňování šraf.

Každý 2D CAD systém má ale svůj vnitřní formát dat a při přechodu do jiných systémů používá formát výměnný. Tyto systémy jsou neparametrické.

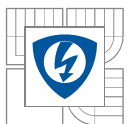
2,5D systémy – Jsou přechodem od 2D k 3D systémům. Při tvorbě modelu je možné využít drátové modelování (přímka, kružnice, křivka atd.) a nebo u některých entit pomocí tloušťky objektu využít metodu napodobování sítí. 2,5D systémy úzce souvisí s 2D systémy. Entity v prostoru jsou vytvářeny z 2D objektů translací nebo rotací, resp. skládáním z již vytvořených 2,5D objektů.

3D systémy – Vytváří se v nich virtuální 3D model a případně jeho projekce do zvolené roviny. Mají tyto společné vlastnosti:

- skicář,
- základní 3D operace,
- objemový a plošný modelář,
- 3D vazby a manipulace pro tvorbu sestav,
- kinematická analýza,
- tvorba výkresové dokumentace z 3D modelu.

Každý 3D CAD systém má ale opět svůj vnitřní formát dat a při přechodu do jiných systémů používá formát výměnný. Tyto systémy jsou téměř vždy parametrické.[1]

V dalších odstavcích jsou popisovány 2D CAD systémy, které používají firmy k navrhování rozváděčů nn. Popisování je řazeno od nejpoužívanějšího k nejméně používanému.



2.2 AutoCAD

2.2.1 Představení programu AutoCAD

Jeho první verze byla uvedena na trh v roce 1982 firmou AUTODESK. Dřívější monopolní postavení systému na trhu CAD systémů pro PC se postupně ztrácí, avšak AutoCAD stále tvoří de facto průmyslový standard. Systém obsahuje širokou škálu driverů pro nejrůznější typy grafických adaptérů, vstupních zařízení, plotrů a tiskáren od různých výrobců - lze jej proto instalovat na nejrůznější konfigurace.

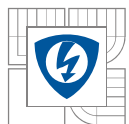
2.2.2 Hlavních vlastností

Téměř od počátku je do systému integrován programovací jazyk AutoLISP, s jehož pomocí může zkušený uživatel psát vlastní programy, používající příkazy AutoCADu. Tato otevřená koncepce byla zřejmě také jedním ze základů úspěchu systému. Stovky dostupných programových modulů od nezávislých výrobců, které vytvářejí z programu AutoCAD plnohodnotný CAD systém pro konkrétní oblasti nasazení, mu zaručují stabilní postavení na trhu CAD. Proto také AUTODESK dále rozšířil vývojové prostředky pro AutoCAD o jazyk C a také o nástroje pro tvorbu uživatelských dialogových panelů.

Od roku 1988, kdy uvedla firma 10. verzi AutoCAD (u nás tehdy velmi populární), je ke každé další verzi systému vytvářena česká varianta. Úspěch AutoCADu je příkládán jeho tzv. otevřené architektuře, která znamená, že si lze program jednoduše přizpůsobit vlastním požadavkům editací textových (ASCII) souborů s nastavením. Také AutoLISP, programovací jazyk vytvořený speciálně pro AutoCAD, je významný faktor, díky němuž se AutoCAD stal víceméně standardem pro technické kreslení. AutoCAD je výkonným nástrojem pro 2D kreslení i 3D modelování a vizualizaci. Mezi hlavní obory použití AutoCADu patří strojírenství, architektura, elektrotechnika a elektronika, GIS (geografické informační systémy), systémy řízení údržby a multimedia. Obsahuje inteligentní kótovací systém, podporu práce s OLE objekty, napojení na externí databáze a World Wide Web.

Kreslením v AutoCADu lze využít všechny výhody, které nám dává elektronická tvorba dokumentů, a to zejména jednoduchost provádění změn bez nutnosti překreslovat celý výkres, přesnost výkresu, která závisí jen na kvalitě výstupního zařízení, a pohodlná archivace.

V AutoCADu lze sdílet výkres přes WWW jeho uložením ve formátu DWF (Drawing Web Format). Pomocí WWW prohlížeče a doplňku WHIP! lze zobrazovat soubory DWF přímo nebo vložené do kódu HTML. Internet pomůcky AutoCADu umožňují otevřít, vložit a uložit výkres kdekoli na Webu. Do výkresů je možné také vložit URL (Universal Resource Locator) a vytvořit tak propojení na jiné stránky. Kromě již zmíněné otevřené architektury AutoCAD podporuje několik programovacích jazyků, od jednoduchých skriptových až po rozhraní C++. Skript je série příkazů AutoCADu v textovém souboru, které se spouští při provádění opakovaných příkazů. Pomocí jazyku DIESEL (Direct Interpretively Evaluated String Expression Language) je možné změnit stavový řádek AutoCADu. Tento jazyk je také možno použít jako makro jazyk nabídek. Rozhraní jazyka C++ AutoCADu se označuje jako ARX (AutoCAD Runtime Extension). Informace o ARX jsou dodávány jako součást ADN (Autodesk Developer Network). Programovací jazyky lze používat pro zvýšení funkčnosti určitých aplikací. Nabídky a panely nástrojů



dodávané s AutoCADem je možno přidávat, odstraňovat nebo upravovat. Je možné také změnit nebo přidávat písma, tvary, typy čar a šrafovací vzory. AutoLISP je interpretační programovací jazyk, ze kterého je umožněno vyvolávat příkazy AutoCADu, systémové proměnné a dialogy. AutoLISP je vhodný programovací jazyk pro uživatele, kteří potřebují pouze jednoduché programování nebo začínají programovat v AutoCADu, protože ten nepotřebuje kompilátor. AutoLISP je možné použít ve spojení s DCL (Dialog Control Language) k vytvoření svých vlastních dialogů.

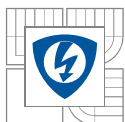
Pozn.: Existují ještě tzv. LT verze AutoCADu, které neobsahují tolik funkcí, zejména 3D kreslení je omezeno jen na základní funkce[1]. Cílem odlehčené Lite verze je dát uživatelům k dispozici 2D řešení s nižšími náklady na pořízení produktu. Verze LT je odvozen od normálního AutoCADu a datově je sním na 100% kompatibilní.

Společné rysy normální verze a LT verze:

- Softwarovou architekturu a technologii tím lze rozumět nejen jádro programu, ale i uživatelské rozhraní; v produktové řadě se tím rozumí i stejný postup uživatelského přizpůsobení.
- Stejně rozšiřující nástroje pro internet/intranet Pokud jde o využití dnes široce používaného formátu DWF pro výměnu elektronické dokumentace, i AutoCAD LT obsahuje nástroje pro jeho účinnou tvorbu a opětovné použití pomocí Správce sady připomínek.
- Datový formát DWG (na 100 %) To je velmi důležitý fakt. Ještě důležitější je to, že na toto tvrzení se lze opravdu plně spolehnout, na rozdíl od nejrůznějších jiných výrobců software, který rovněž může podporovat čtení a zápis formátů DWG a DXF.
- Správa lokální licence pomocí technologie SafeCast Nabízí uživatelům často požadovanou funkci na přenos licence na jiné počítače – nyní dostupné i pro AutoCAD LT.

Rozdíly AutoCADu oproti AutoCADu LT?

- Možnost programování – plné uživatelské přizpůsobení a tvorba aplikací skrze API pro programovací jazyky Visual LISP™ (Autolisp), VBA a ActiveX, C a C++ (ObjectARX). AutoCAD LT dovoluje provést úpravy uživatelského rozhraní a v jeho rámci programovat velmi jednoduchá makra uvnitř souboru menu v jazyce DIESEL.
- 3D modelování – plošný a objemový modelář (modelovací jádro ShapeManager – dříve ACIS), dynamické stínování (funkce 3DOrbit), s tím související modul Render pro tvorbu vizualizací, připojování textur, scén a světel, podpora standardu OpenGL, import/export formátů 3DS, ACIS, STL.
- Externí databáze – možnost propojovat grafická data AutoCADu s údaji v externích databázích (ODBC, MS SQL Server, MS Access, MS Excel, dBase, FoxPro, Oracle).
- Výkonnost – přímá podpora víceprocesorových PC, rychlejší práce se soubory (otevření, uložení), rychlejší přepínání mezi několika otevřenými výkresy, podpora více uživatelských profilů.
- 2D kreslicí funkce – rychlé kótování, kreslení multičar, možnost tvorby nepravoúhlých výřezů, připojování rastrových obrázků (tím není myšleno vkládání přes OLE), editace externích referencí v místě. Na tomto místě nelze

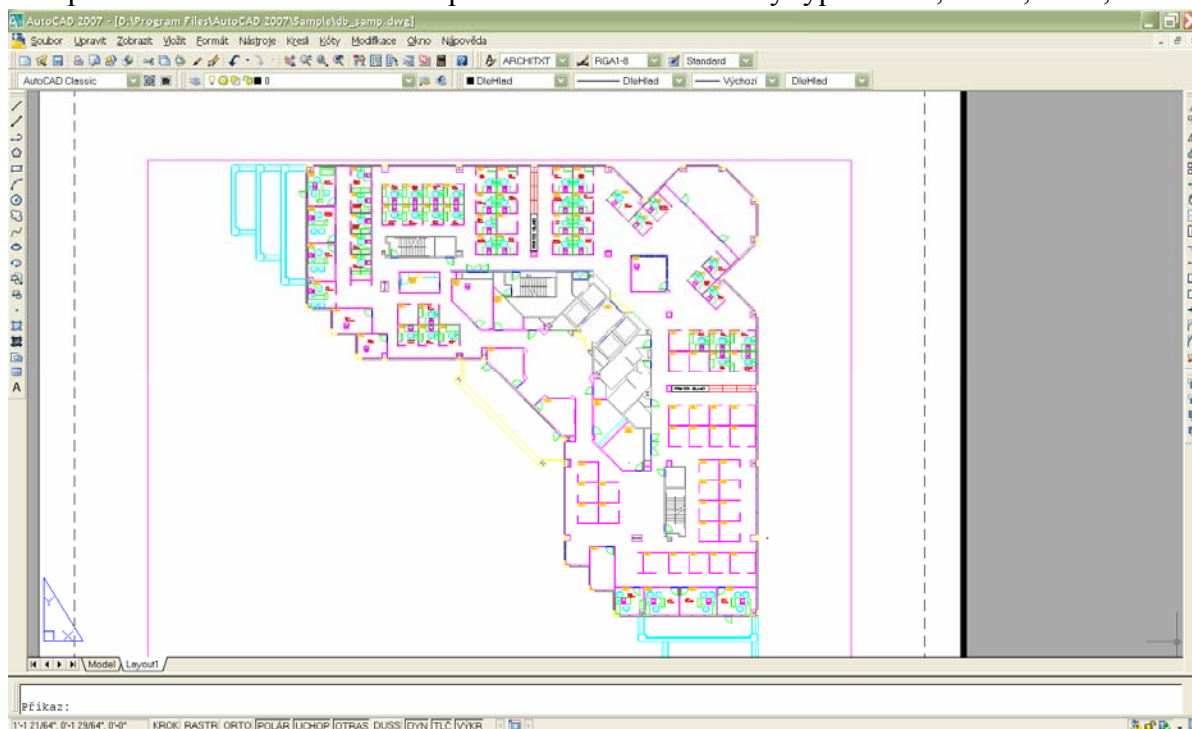


postihnout řadu drobnějších odlišností mezi AutoCADem a AutoCADem LT, které se mohou vyskytovat.

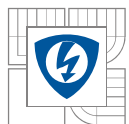
- Vytváření objektu textové Pole (Field). I v AutoCADu LT jej však lze plně využít a zobrazit v DWG s takovými objekty, které byly uloženy v AutoCADu. To platí i pro vytváření objektu Tabulka. Tento princip platí i případné další objekty, jejichž tvorba je v AutoCADu LT omezena (např. již zmíněné nepravoúhlé výřezy).
- Správce atributů bloků (Block Attribute Manager).
- Export atributů bloků pomocí průvodce. Ten je v AutoCADu rozšířen o možnost vložit data do tabulky, což v AutoCADu LT chybí.
- Tvorba dynamických bloků – Editor bloků. Vlastností dynamických bloků vytvořených a uložených v AutoCADu však lze plně využít i v AutoCADu LT.
- Správce sady listů (Sheet Set Manager).
- Integrace s Autodesk Vault.
- Síťová licence.
- Kontrola CAD standardů.
- Kontrola externích referencí.[13]

2.2.3 Datové formáty

Hlavním formátem pro ukládání dat jsou formáty souborů DWG, DWS, DXF, DWT. Dále AutoCAD dále umí svá data exportovat do formátů DWF, WMF, SAT, STL, DXX, BMP. Importovat dokáže formáty typu 3DS, ACIS, STL. A od verze 2008 umí exportovat i importovat do formátu DGN. A přímo otvírat umí soubory typu DWG, DWS, DXF, DWT.



Obrázek 2.1: Ukázka pracovní plochy programu AutoCAD



2.2.4 Přehled verzí

Aktuální verzí AutoCADu je AutoCAD 2008. Dalšími verzemi jsou AutoCAD 2007, AutoCAD 2006, AutoCAD 2005, AutoCAD 2004, AutoCAD 2002, AutoCAD 2000i i AutoCAD 2000 (a AutoCAD R14) podporují pouze platformu Win32 (Win9x, WinNT4 a Win2000, WinXP), AutoCAD Rel.13 podporoval platformy DOS, Win, Win95, WinNT (i86 & Alpha), HP-UX, SunOS, Solaris, IBM Risc, IRIX a DEC.

2.2.5 Hardwarové nároky

Pro poslední verzi AutoCAD 2008 jsou:

- Windows Vista, Windows XP Pro+Home (sp2), Windows 2000 (sp4) - (starší verze též WinNT4/Win98/Me)
- CPU Pentium-4 2.2GHz nebo vyšší (pro 3D: 3GHz a výše)
- 512MB RAM (pro 3D nebo Vista nebo 64bit: 2GB), 750MB diskového prostoru (2GB pro 3D/Vista/64bit)
- grafika min. 1024x768 truecolor (pro 3D: 1280x1024, 128MB VRAM, OpenGL/Direct3D workstation-class)[2]

2.3 Microstation

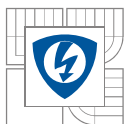
2.3.1 Představení programu Microstation

MicroStation je základem řešení společnosti Bentley pro architekturu, stavební inženýrství, dopravu, zpracovatelský průmysl, výrobní zařízení, státní správu a samosprávu a inženýrské a telekomunikační sítě. Hodnota dat, která jsou pomocí MicroStation vytvořena, se může řádově zvýšit podle rozsahu a komplexnosti řešení, v rámci kterého se MicroStation používá.

2.3.2 Hlavní vlastnosti

Pokud uživatel při práci s DGN souborem umístí v MicroStationu do výkresu nový prvek, stane se tento prvek součástí modelu, který je uložen uvnitř souboru. Existují dva typy modelů: výkresy, (které jsou tvořené jednotlivými prvky) a archy (používané pro připojení referencí při vytváření finálního výkresu). DGN soubor může obsahovat více modelů, které mohou být jak 2D tak 3D. I když jsou uloženy ve stejném souboru, je každý z modelů zcela samostatný.

V mnoha případech, zejména u rozsáhlých projektů, může být vytvářený objekt tvořen aktivním modelem a jedním nebo více modely, které jsou připojeny jako referenční. Jako referenční mohou být připojeny jak modely ze stejného souboru, tak modely uložené v jiných DGN souborech. Všechny připojené modely se chovají podobně jako referenční výkresy, proto na projektu může pracovat více uživatelů současně. Například stavební inženýr může pracovat na modelu terénu pozemku, architekt na modelu stavby a specialista



může projektovat TZB zařízení. Každý z nich si může připojit modely ostatních projektantů a při práci sledovat, jakým způsobem se vyvíjejí ostatní části projektu.

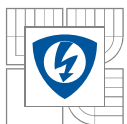
Velkou výhodou modelů je to, že mohou být použity jako buňky nebo umístěny jako skupina do DGN souboru. Modely použité jako buňky lze navíc snadno upravovat. Schopnosti MicroStationu při práci s referenčními výkresy jsou považovány za nejlepší standard v této oblasti. Referenční výkresy jsou nástroj, pomocí kterého lze snadno prohlížet změny, které byly provedeny v jednotlivých výkresech, které dohromady tvoří projekt. K oceňovaným funkcím patří například možnost připojit výkres sám k sobě jako referenční, v připojených výkresech pracovat s jednotlivými grafickými prvky nebo maskovat a ořezávat obsah připojených výkresů pomocí nepravidelných tvarů. Jako referenční výkres je možné připojit i soubor ve formátu DWG.

Technologie AccuDraw je schopna výrazně zjednodušit postupy při kreslení a modelování. Pomocí AccuDraw lze snadno a přesně určit, ověřit nebo upravit umístění a orientaci jakéhokoliv objektu ve 2D nebo 3D výkresu. Uživatelé používající AccuDraw mohou snadno přecházet mezi pravoúhlým a polárním zadáváním souřadnic a dynamicky měnit kreslicí roviny a souřadný systém. Pružný nájezd je inteligentním doplňkem k technologii AccuDraw, který snižuje počet klepnutí myši potřebných pro určení klíčových bodů prvků ve výkresu. Pokud je pružný nájezd zapnutý, automaticky se vyhledávají klíčové body prvků, které se nacházejí v blízkosti kurzoru. V případě, že je klíčový bod nalezen, je automaticky zvýrazněn, což pro uživatele znamená výrazné zjednodušení při identifikaci klíčových bodů a při výběru prvků nebo jejich částí.

Funkce PopSet zajišťuje, že po nastavení parametrů funkce se toto dialogové okno automaticky skryje, což šetří využitelnou plochu obrazovky. Okno Parametry funkce zůstává otevřené tak dlouho, dokud kurzor ukazuje na okno Parametry funkce, ikonu vybraného nástroje nebo na ikonu funkce PopSet. Funkce PopSet zpřehledňuje ovládání MicroStationu a zvyšuje efektivitu práce uživatele.

SmartLine je nástroj, který dovoluje jednoduše kreslit různé objekty, jako jsou úsečky, lomené čáry, řetězce prvků, útvary a uzavřené řetězce. Při práci s tímto nástrojem MicroStation na základě analýzy činnosti uživatele rozezná, jaký typ prvku chce uživatel do výkresu umístit. Při kreslení je také možné nastavit zkosení či zaoblení jednotlivých vrcholů vytvářeného prvku. Výkonný výběr pomáhá rychle definovat jednoduché nebo komplexní výběrové množiny. Uživatel může výběrovou množinu vytvořit například tradičním označením prvku myší, určením obdélníkové nebo mnohoúhelníkové oblasti podle toho, která metoda je pro něj vhodnější. Je také velmi jednoduché do výběrové množiny prvky přidat nebo je z ní odstranit.

Zobrazení vrstev dovoluje uživatelům v jednom okně určit, které vrstvy se mají zobrazit a které ne, zjistit které vrstvy obsahují prvky a které jsou prázdné, které jsou zamknuty pouze pro čtení, určit jejich vzhled a množství dalších informací. Většina standardů pro vzhled výkresů má velmi striktní požadavky na vzhled textů, texty se často liší také podle toho, ke kterému prvku se vztahují. MicroStation umožňuje uložit nastavení parametrů textu pod zadané jméno. Zpracování textů v MicroStationu je podobné možnostem jazyka HTML, podporovány jsou také fonty ve formátech TrueType a AutoCAD SHX. Textové styly mohou být importovány nebo připojeny z centrální knihovny (DGNLIB). Takto připojené textové styly nepotřebují pro svoji správnou funkci přítomnost externího souboru. Výsledkem používání textových stylů je jednodušší dodržování standardů a shoda vzhledu textů v různých výkresech. MicroStation V8



umožňuje, aby nastavení parametrů kótování byly uloženy pod zadaným jménem, takže stačí kdykoliv takto označený styl kótování vybrat a všechny parametry se nastaví na uložené hodnoty. Tyto styly mohou být importovány nebo připojeny z jiného výkresu nebo centrální knihovny (DGNLIB). Tradiční vizualizační techniky často vyžadují použití samostatných externích vizualizačních nástrojů, které pro svoji správnou funkci potřebují rozsáhlá nastavení a postup metodou pokus-omyl. Sledování částic používá progresivní a snadno použitelné řešení světelných poměrů v modelu, které navíc poskytuje vynikající výsledky bez ohledu na jeho velikost. Pokud již byly pro model světelné poměry spočteny, je možné velmi rychle provést vizualizaci z jiného místa nebo s jinak nastavenou kamerou.

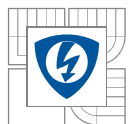
2.3.3 Datové formáty

Základní „slovník“, se kterým MicroStation pracuje, je definován jeho vlastním formátem známým jako DGN. Tento formát neobsahuje žádná omezení přesnosti, počtu vrstev či velikosti výkresu nebo buněk. Data vytvořená v MicroStationu V8 jsou při ukládání do DGN souboru optimalizována, ověřena a zkomprimována, což mimo jiné šetří přenosovou kapacitu sítě a požadavky na ukládací prostor. Díky rozšiřitelnosti formátu DGN představuje MicroStation V8 nový standard v oblasti stability a splňuje nejen současné potřeby uživatelů, ale vytváří pevný základ pro splnění i budoucích nároků a požadavků.

V prostředí, kde se používá AutoCAD i MicroStation, využívá MicroStation V8 tzv. DWG pracovní režim, ve kterém jsou funkce MicroStationu využívány tak, aby byla zachována maximální kompatibilita s DWG formátem.

V případě referenčních výkresů může k sobě MicroStation V8 připojovat i vzájemně se lišící soubory (například s rozdílnými pracovními jednotkami, dimenzí, formátem apod.). Bez dalších nastavení nebo zásahů ze strany uživatele lze proto k sobě připojit v podstatě jakoukoliv kombinaci souborů. Podobně fungují i knihovny buněk, které jsou v podstatě pouze speciálním případem DGN souboru a které mohou obsahovat buňky vytvořené v různých pracovních jednotkách, v rámci jedné knihovny mohou dokonce být kombinovány 2D a 3D buňky. Při vkládání buněk do výkresu MicroStation V8 analyzuje aktuální podmínky a sám provede příslušné opravy a nastavení. Výsledkem je jednodušší správa projektu i jeho vyšší kvalita. Počet operací, které je možné při práci se souborem DGN vrátit zpět, je omezen pouze velikostí volného místa na disku, což snižuje možnost náhodné ztráty dat. V oblasti řízení změn ale MicroStation V8 nabízí mnohem více.

Bez ohledu na inženýrskou profesi nebo prostředí, ve kterém se MicroStation V8 používá, může být nedílnou součástí každého DGN souboru jeho úplná historie, která vypovídá o vývoji výkresu. Tato vlastnost, která k informacím ve výkresu přidává časový rozměr, je umožněna komplexním mechanismem označovaným jako záznam historie. Tento záznam plní úlohu spolehlivé evidence, kterou inženýři požadují již několik let, neboť jsou zde zachyceny všechny změny provedené ve výkresu včetně údaje co se změnilo, kdo tuto změnu provedl a proč. V praxi to znamená, že se uživatelé nebo správci projektu mohou podívat na vývoj návrhu a analyzovat důvod jednotlivých změn. Vybrané změny mohou být stornovány a je možné se tak vrátit k předcházejícímu stavu.



2.3.4 Přehled verzí

Microstation 2.0, Microstation 3.0, Microstation 3.3, Microstation 4, Microstation V5, Microstation 95, Microstation SE, Microstation/J, Microstation V8, Microstation V8 2004 Edition, Microstation/J 7.1, Microstation V8 2004.

2.3.5 Hardwarové nároky

Paměť minimálně 256MB, doporučeno 512MB, grafická karta podporující rozhraní DirectX 9 s pamětí alespoň 128MB. Pro starší počítače a/nebo starší operační systémy použijte verzi 2004 Edition, jejíž požadavky jsou nižší.[3]

2.4 SchémataCAD

2.4.1 Představení programu SchémataCAD

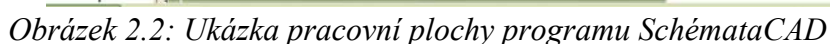
Program SchémataCAD je určen pro technické kreslení na počítači, pracující na principu vektorové grafiky. Svojí orientací je určen zejména pro kreslení elektrotechnických schémat v silnoproudé elektrotechnice, například jednopólových, liniových nebo situačních schémat nebo výkresů technických zařízení budov (TZB). Program podstatně usnadňuje jinak rutinní práci při tvorbě výkresové dokumentace.

Grafickými prvky na výkresu lze samostatně manipulovat – přemísťovat, otáčet, měnit vlastnosti, jako je vzhled a barva. Libovolnou část výkresu lze upravovat nezávisle na zbytku výkresu. Důležitou výhodou programu SchémataCAD je možnost vytváření skupin prvků – součástí, které lze odděleně upravovat.

Je určen pro uživatele s běžnými znalostmi práce na počítači. Ovládání programu je oproti jiným programům jednoduché (např. AUTOCAD), intuitivní, aby jej mohl používat i takový uživatel, který zvládá základy ovládání počítače a MS WINDOWS.

Pro práci není nutné speciální nastavení počítače. Program nepotřebuje pro svoji funkci jiný software (např. AUTOCAD) a při instalaci se včlení do prostředí MS WINDOWS.

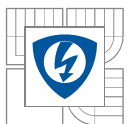
SchémataCAD nabízí atraktivní alternativu (např. k nadstavbám AUTOCADU) za příznivou cenu a s potřebným výběrem možností a funkcí a přitom s minimálními požadavky na použitý hardware a operační systém (pracuje ve všech verzích MS WINDOWS). Další příjemnou výhodou programu SchémataCAD je rychlé překreslování obrazovky a okamžitá odezva i při manipulaci se složitějšími grafickými prvky.



Software neomezuje uživatele při tvorbě výkresu, nevnučuje jediný postup. Příkladem otevřenosti softwaru je to, že si uživatel může jednoduše dodefinovat vlastní typy čáry či šrafu. V softwaru je připraveno 1200 značek. Značky lze vybrat, umístit do výkresu, popsat a propojit automatickými spoji, které vykreslí optimální vedení spoje. Samozřejmostí je, že vzhled značek lze upravovat nebo vytvářet nové značky. Užitečná je i možnost hromadné opravy či záměny značek na již hotovém výkresu.

Kreslení rozvodu instalace do půdorysu je jednou ze stěžejních oblastí využití softwaru SchémataCAD. Půdorys lze vytvářet funkcí pro kreslení zdí a nebo lze načíst půdorys jako výkres od stavaře ve formátu DWG/DXF. Dokonce i papírový výkres lze pomocí skeneru a funkce pro rozklad obrázku převést na plně upravitelný výkres. Z bohatých voleb pro tisk výkresu je zajímavá funkce rozdělení velkého výkresu na více stránek. Výkresovou dokumentaci v elektronické formě lze předat spolu s volně šířitelným prohlížečem, který umožňuje prohlížet a tisknout výkresy na libovolném (i kapesním) počítači. SchémataCAD vytvoří i kusovník - seznam součástí a spojů a také sečte délky kabelů. Zabudovaná je i funkce výstupu do oblíbeného formátu PDF. [4]

Urychlení tvorby výkresu při práci s programem SchémataCAD zejména spočívá v sestavení výkresu z již hotových částí. Proto program pro návrh schémat nabízí již nakreslené knihovny značek nebo možnost načtení výkresu z jiných aplikací nebo ze skeneru. Program SchémataCAD umožňuje jednoduchou práci s knihovnami součástek. Součástí programu jsou předem připravené knihovny prvků a ukázková schémata, která lze použít jako předlohu pro vlastní schéma. Ukázková schémata nabízejí příklady



jednopolového zapojení rozváděče, liniového schématu, domovního rozvodu, situačního rozvodu, atd. Důležitá vlastnost, která výrazně rozšiřuje možnosti programu je možnost načtení obrázků a výkresů z jiných programů nebo ze skeneru. Pro české uživatele je rovněž přínosem skutečnost, že mohou očekávat podporu přímo u autora software a také můžou připomínkami přispět k rozvoji programu. [5]

2.4.3 Formát souborů

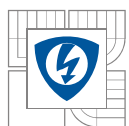
Program SchémataCAD pracuje se svým formátem SCH, který umí otevírat a ukládat do něj změny. Otevírat je možno soubory typu DXF a DWG, dále lze otevírat soubory typu WMF nebo EMF (soubory Windows Metafile), které je dále možno rozložit na samostatné prvky. A rastrový obrázek soubory typu BMP, JPEG, TIFF, GIF, PNG. Oproti WMF obrázku nelze rozložit bitmapový obrázek na prvky, ale bitmapový obrázek (černobílý i barevný) může být programem SchémataCAD vektorizován. Pro uložení do jiného typu souboru než SCH je nutno provést export. Exportovat lze do formátu typu DWG nebo DXF - výkres ve formátu DWG nebo DXF. Názvy bloků a hladin zůstanou zachovány, ale kvůli maximální kompatibilitě bez českých znaků (háčeků a čárek). Dále při uložení se zachová styl čar (např. plná, čárkovaná, čerchovaná). Veškeré písmo bude typu STANDART – to lze změnit v konfiguraci programu SchémataCAD. Zde je také možné nastavit barvu pro export bílých čar a výplní, tzn. těch prvků, které jsou neviditelné. Dále do rastrového obrázku BMP a vektorového obrázku formátu EMF nebo WMF (Windows Metafile). [5]

2.4.4 Přehled verzí

SchémataCAD 2.0, SchémataCAD 3.0, SchémataCAD 3.1, SchémataCAD 3.3, SchémataCAD 3.43, SchémataCAD 4.0, SchémataCAD 4.01, SchémataCAD 4.02, SchémataCAD 4.03, SchémataCAD 4.04, SchémataCAD 4.05, SchémataCAD 4.06, SchémataCAD 4.07, SchémataCAD 4.08, SchémataCAD 4.09, SchémataCAD 4.10, SchémataCAD 4.11, SchémataCAD 4.2, SchémataCAD 4.21, SchémataCAD 4.22, SchémataCAD 4.24, SchémataCAD 4.5, SchémataCAD 5.0, SchémataCAD 4.51, SchémataCAD 4.54, SchémataCAD 4.58, SchémataCAD 4.59, SchémataCAD 5.0, SchémataCAD 5.01, SchémataCAD 5.10, SchémataCAD 5.11, SchémataCAD 5.2, SchémataCAD 5.21, SchémataCAD 5.23, SchémataCAD 5.24, SchémataCAD 5.24, SchémataCAD 5.25, SchémataCAD 5.26, SchémataCAD 5.28, SchémataCAD 5.30, SchémataCAD 5.31, SchémataCAD 5.32, SchémataCAD 5.40, SchémataCAD 5.40, SchémataCAD 5.44, SchémataCAD 5.45, SchémataCAD 5.50, SchémataCAD 5.51, SchémataCAD 5.60, SchémataCAD 5.61, SchémataCAD 5.62, SchémataCAD 5.63, SchémataCAD 5.70, SchémataCAD 5.73, SchémataCAD 5.77, SchémataCAD 6.00, SchémataCAD 6.01.[4]

2.4.5 Hardwarové nároky

Výrobce uvádí, že jakákoliv konfigurace PC je vhodná.



2.5 DesignCAD

2.5.1 Představení programu DesignCAD

DesignCAD vyniká nízkou pořizovací cenou a jednoduchostí ovládání, při vysoké produktivitě práce. Na zaučení obsluhy postačí 2 až 3 dny a přitom je použitelný i na velmi složité a rozsáhlé projekty. Často se používá jako doplňkový software k tzv. „velkým CAD systémům“.

Uživatelské rozhraní je ve stylu MS Office, takže obrazovka může oplývat množstvím plovoucích lišt s příkazy DesignCADu, symboly či doplňujícími programy. Nástrojové lišty jsou uživatelsky snadno přizpůsobitelné, stejně jako hlavní roletové menu nebo nastavení klávesových zkratk („horkých kláves“), pro často používané příkazy. Uživatel může definovat vlastní plovoucí panely nástrojů pro příkazy, symboly, programy a makra. DesignCAD nyní umožňuje otevřít několik výkresů najednou a přenášet části kresby mezi nimi i mezi jinými aplikacemi Windows (MS Word, MS Excel, AutoCAD, CorelDRAW, trueSpace) přes schránku (clipboard). V rámci každé úlohy lze navíc pracovat ve více oknech (pohledech) současně.

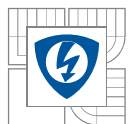
DesignCAD obsahuje všechny nástroje pro efektivní a přesné projektování - uchopovací módy, všechny běžné kreslicí funkce, vyspělé editační příkazy, propracované kótování a šrafování, možnost vybrat z palety 16 miliónů barev, nastavení stylu a tloušťky čáry, kreslení do 1000 vrstev. Náročnější uživatelé ocení snadný způsob tvorby maker a vlastních programů v jazyce BasicCAD i přímou spolupráci přes OLE s VisualBasicem, Visual C++ nebo Delphi, což vnáší novou kvalitu do tvorby profesních nadstavb. K dispozici jsou nadstavby pro strojírenství, stavebnictví, architekturu, elektroprojekci, potrubní systémy, zdravotní techniku, nábytek a některé specializované obory.[9]

2.5.2 Hlavní vlastnosti

Tisk a jeho kvalita je jednou z nejsilnějších zbraní DesignCADu oproti konkurenčním systémům. Tisknout je možno na všech tiskárnách a plotterech, které jsou podporovány Windows. Každé čáře lze samozřejmě přiřadit libovolnou barvu a tloušťku. DesignCAD dokáže automaticky rozdělit velkou kresbu na několik listů.[9]

DesignCAD umožňuje použít přes 200 kreslicích příkazů, které zahrnují, křivky, oblouky, kružnice a jiné základní tvary k urychlení postupu návrhu. Jsou zde všechny základní tvary očekávané od plnohodnotného CAD systému. Systém DesignCAD dále nabízí mnoho kreslicích pomůcek, např. ukazatel relativních souřadnic nebo pravítka pro snadnější manipulaci s výkresem.

Všechny výkonné uchopovací nástroje, které se nalézají ve vyspělých CAD systémech, jsou zde. Umožňují zachytit se v nejbližším koncovém bodu nebo středu nedaleké čáry. Existují dvě možnosti zachycení v průsečíku dvou čar, a dále existuje možnost zachytit se na nejbližší ploše. Cokoli bylo nakresleno v DesignCADu může být převzato do jiného výkresu jako symbol bez nějakých zvláštních kroků. Části přidávané do velkého výkresu mohou být vloženy v jejich původním měřítku a vybrány pro snadnější manipulaci. Uživatel může zvolit rozložení symbolu při vkládání nebo použití symbolu jako odkazu na externí soubor, tak jako v AutoCADu nebo jiných CAD systémech. Vrstvy mohou být použity k oddělení různých částí výkresu do skupin pro jeho snazší úpravy nebo jeho



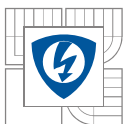
zmenšení a zpřehlednění. DesignCAD nabízí ovládání vrstev na stejně vysoké úrovni jako ostatní CAD systémy, včetně možnosti neviditelných vrstev a potlačení možnosti oprav. Stejně tak jako AutoCAD může přiřadit barvu a typ čáry vrstvě. Při přepnutí do jiné vrstvy se vám změní aktuální barva a typ čáry. Vrstvy mohou být pojmenovány, uloženy jako samostatné výkresy, nebo vybrány jako samostatný objekt. Mohou být také všechny skryty, zamezit u nich opravy nebo také rozdělit výkres do vrstev podle barev. Je zde typické lineární kótování s možností volby úhlu a orientace textu a kótovací čáry. Jsou zde také zvláštní příkazy kótování pro měření úhlů a zešíkmení a také postupné kóty, které umožňují kótovat postupně od jednoho počátku pouze jedním příkazem. Dále je možnost kótování poloměrů a průměrů pro měření zaoblení, křivek a oblouků. Lze si také vybrat z deseti různých typů šipek a dynamicky umístit text kóty uvnitř nebo vně. V obou případech je toto použití jednoduché. Kótovací příkazy nabízejí uživateli dobré nastavení parametrů jako např. vzdálenost přesahu vynášecí čáry a mezery mezi objektem a počátkem vynášecí čáry. Uživatel také může určit různé hodnoty tolerance a prefix a sufix kótovacího textu. Program také nabízí automatický výpočet plochy. Schopnost jednoduché modifikace a manipulace s již nakreslenými objekty ve výkresu je snad nejdůležitější skupina nástrojů každého CAD systému. DesignCAD umožňuje uživatelům snadněji průběžně modifikovat svou práci standardními příkazy Měřítka, Naklonění, Rotace, Spojení a Přerušování čar. Většina z nich může být spuštěna stisknutím jedné klávesy. S objekty může být manipulováno pomocí až tří manipulačních bodů a prováděny změny prostřednictvím interaktivního Info boxu, který se mění podle typu vybraného objektu. Je umožněno také zkrátit, natáhnout nebo vymazat část výkresu nebo změnit měřítko celého výkresu pouhým zadáním dvou bodů a nové vzdálenosti mezi nimi. Program má také mnoho příkazů pro editování čáry, které umožní čáru prodloužit tak, aby se dotkla jiné, nebo prodloužit čáru o určitou vzdálenost. Vedle nástrojů pro zaoblení a zkosení rohů můžete také dotáhnout jednu čáru ke druhé nebo vymazat společné průsečíky dvou skupin dvojité čáry. [6]

2.5.3 Datové formáty

Uživatelé, kteří dostávají výkresy z AutoCADu nebo jiných CAD systémů vítají přímý import a export výkresů ve formátu DWG. Kromě toho je podporován přenos do a z formátu DXF, IGES, WMF a HPGL. Užitečnou vlastností je možnost vložit do výkresu podkladovou rastrovou bitmapu, jejíž rozměry lze přesně kalibrovat. Ta se pak stává součástí kresby, je možno přes ni kreslit vektorovou kresbu a společně s ní se i tiskne. DesignCAD umí načíst i uložit obrázky ve formátech: BMP, JPG, TGA, PCX, PCT (Macintosh PICT), PSD (Photoshop), WMF, PNG, WPG (Word Perfect), AWD (Microsoft Fax) a EPS (Encapsulated PostScript). Program dále umí export dat do dnes již velmi využívaného formátu PDF. [9]

2.5.4 Přehled verzí

DesignCAD EXPRESS 16 CZ, DesignCAD Express 15 CZ 15.3, DesignCAD 3D MAX v.14, DesignCAD Express v.14, DesignCAD Express v.12, DesignCAD 3000, DesignCAD 3000 LT, DesignCAD Pro 2000, DesignCAD LT 2000 10.11.2000, DesignCAD 97, DesignCAD LT, DesignCAD 2D 8.0, DesignCAD 2D 7.0, DesignCAD 2D 6.1 , DesignCAD 2D 6.02, DesignCAD 2D 5.0.[8]

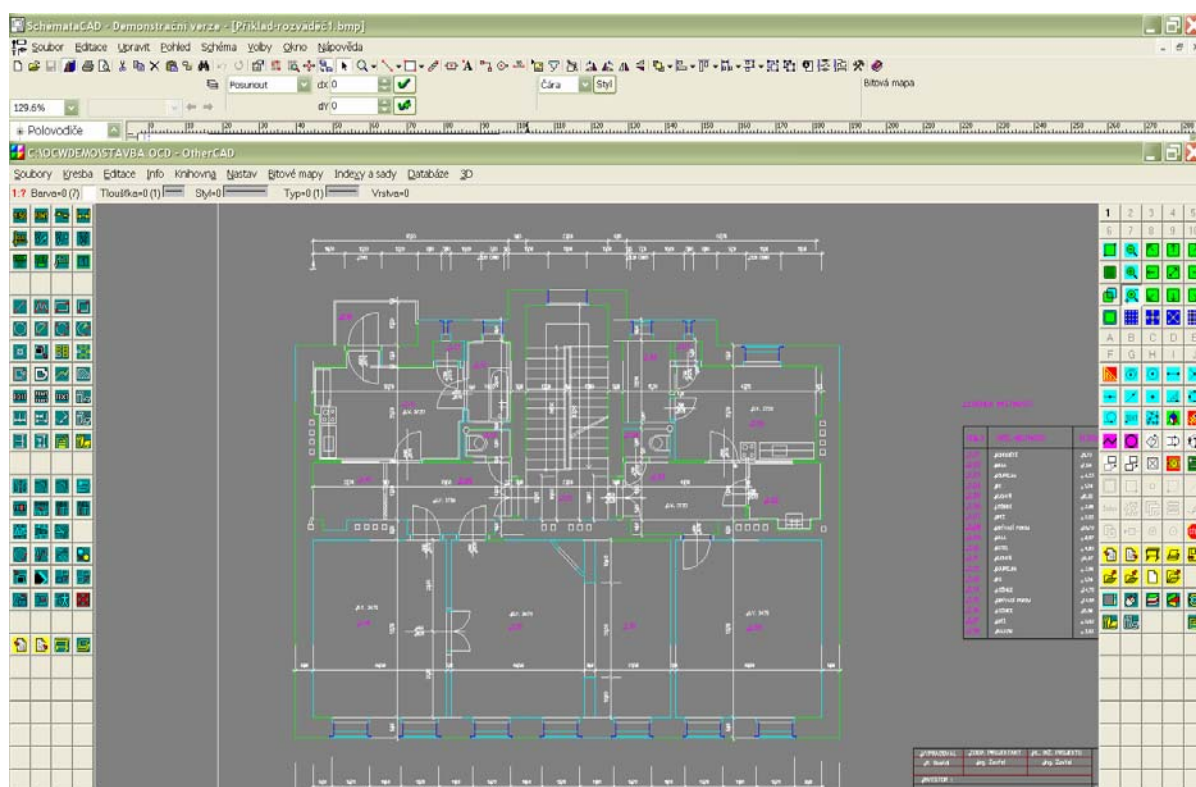


2.5.5 Hardwarové nároky

Minimální systémové požadavky pro verzi DesignCAD EXPRESS 16:

- Microsoft Windows 98, Me, 2000, NT 4.0, XP
- Pentium procesor
- 256 MB RAM
- Karta VGA s rozlišením 1024x768
- Jednotka CD ROM
- 200 MB volného místa na disku[7]

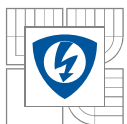
2.6 OtherCAD



Obrázek 2.3: Ukázka pracovní plochy programu OtherCAD

2.6.1 Představení programu OtherCAD

Přesto, že poslední verze OtherCADu vyšla v roce 2005, i tak je stále používán k projektování rozváděčů nn. Systémy OtherCAD jsou původní české grafické systémy, které umožňují práci s vektorovou i rastrovou grafikou. Systémy OtherCAD jsou určeny i pro velmi rozsáhlé aplikace v různých oborech - elektro, stavebnictví, strojírenství, měření a regulace, topenářství, geologie, zdravotnická, geodézie a další.[11]



Pro svou vyváženost funkčnosti, rychlosti, ovladatelnosti a možností programování i v nejnižší verzi je výborným pomocníkem celé řady technických pracovníků a projektantů.

Program slouží hlavně k tvorbě výkresové dokumentace, ke kreslení ve 2D nebo jednoduchém 3D modelu. Obsahuje všechny potřebné kreslicí a editační funkce a funkce nestandardní lze snadno doplňovat. Možnosti využití OtherCADu jsou pro různé profese odlišné podle nabídky speciálních profesních knihoven a nástaveb. Pro své vlastnosti lze OtherCAD doporučit zejména pro ta pracoviště, kde probíhá spíše průběžná tvorba grafické dokumentace, než pro občasné používání. Zvýšený efekt práce s OtherCADem se totiž dostavuje až po mírném zažití ovládání grafického editoru.[10]

2.6.2 Hlavní vlastnosti

Program umožňuje snadnou tvorbu uživatelských aplikací (nástaveb) pomocí vlastního programovacího jazyka OCP podobného BASICu. Tyto uživatelské aplikace lze spouštět z roletového nebo ikonového menu, pomocí funkčních kláves, pomocí kombinací kláves (tzv. horkých kláves) nebo zadáním jejich názvu z klávesnice. Program pracuje s vnitřní přesností 16-ti desetinných míst (v plovoucí desetinné čárce). OtherCAD umožňuje tvorbu technických výkresů z různých oblastí průmyslu, tvorbu grafů, znaků, grafických návrhů apod. Výkresy je možno snadno opravovat nebo doplňovat, jejich části ukládat na disk jako samostatné výkresy. Dále umožňuje uzavřít skupinu entit (body, úsečky, trasy, šrafy, oblouky, kružnice, texty, kóty, atributy, bloky...) do tzv. bloků entit, které se nadále chovají jako samostatné entity. Tato vlastnost usnadňuje použití opakujících se skupin entit a kromě efektivního využití paměti a snadnější modifikace umožňuje také vazby na databázové systémy. OtherCAD umožňuje doplňování vlastních povelů do systému nebo tvorbu uživatelsky definovatelných čar. Při síťovém provozu OtherCADu lze efektivně zamezit resp. umožnit přístup k pracovním souborům.[12]

Systémy OtherCAD umožňují využívat standardní grafické ovladače Windows a také možnosti případných grafických akceleratorů. OtherCAD je provozovatelný na všech konfiguracích počítačů umožňujících chod Windows. Pro výstup výkresů také využívá prostředků Windows. OtherCAD je modulární grafický systém, který neklade velké nároky na počítač ani na kapacitu disku. Základní modul lze rozšiřovat o další moduly umožňující například: použití rastrových dat (naskenovaných výkresů), provázání entit výkresu se záznamy v databázovém souboru, jednodušší 3D-kreslení apod. Systémy OtherCAD s různými moduly používají stejné grafické prostředí a mají slučitelné výkresy.[11]

2.6.3 Datové formáty

OtherCAD může komunikovat s jinými CAD-systémy pomocí souborů typu DXF (např. AutoCAD, MicroStation...) nebo souborů DWG. Do OtherCADu lze načíst také bitové mapy (soubory PCX), které lze upravovat a tisknout současně s vektorovými entitami. OtherCAD umožňuje přenášet obrázky do různých DTP-programů a programů pro tvorbu prezentační grafiky pomocí souborů typu PCX nebo BMP.[12]

2.6.4 Hardwarové nároky:

Výrobce uvádí, že je jakákoliv konfigurace PC je vhodná.

3 OTEPLENÍ ROZVÁDĚČŮ

3.1 Oteplení

Hlavním zdrojem tepla v elektrických přístrojích a rozváděčích jsou Jouleovy ztráty ve vodičích, kterými prochází elektrický proud. Toto teplo se zčásti odvede povrchem A vodiče do okolí a zčásti zůstává ve vodiči a zvyšuje jeho teplotu. Matematicky to zapíšeme takto:

$$RI^2 = \alpha_0 A \Delta \vartheta dt + cVd(\Delta \vartheta) \quad (3.1)$$

Řešením této rovnice dostaneme vztah pro okamžitou hodnotu oteplení

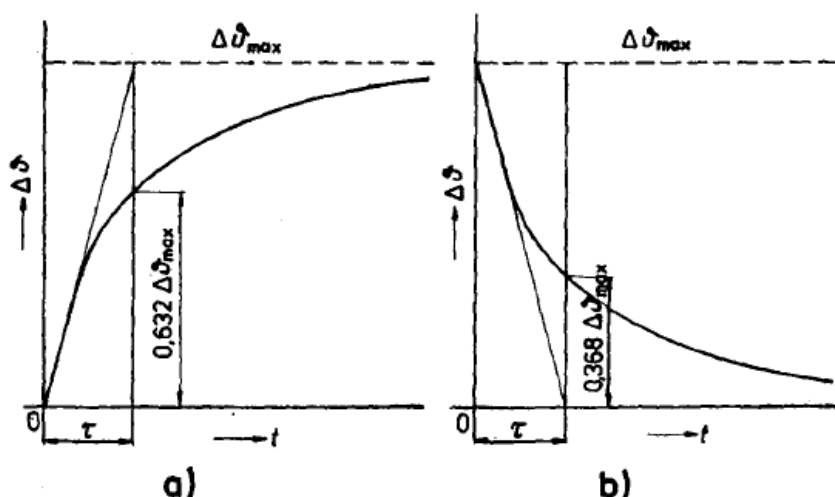
$$\Delta \vartheta = \frac{RI^2}{\alpha_0 A} \left[1 - \exp - \frac{\alpha_0 A}{cV} t \right] = \Delta \vartheta_{\max} (1 - e^{-t/\tau}) \quad [27] \quad (3.2)$$

Jeho grafem je exponenciála blíží se velikosti ustáleného oteplení $\Delta \vartheta_{\max} = RI^2/(\alpha_0 A)$ s časovou konstantou $\tau = cV/(\alpha_0 A)$. Časová konstanta vyjadřuje dobu, za kterou by těleso dosáhlo ustáleného oteplení v případě, že by se z povrchu tělesa neodvádělo žádné teplo.

V ustáleném stavu, tj. $d(\Delta \vartheta)/dt = 0$; $\Delta \vartheta = \Delta \vartheta_{\max}$, nastává tepelná rovnováha a všechno teplo se odvádí povrchem vodiče do okolí

$$RI^2 = \alpha_0 A \Delta \vartheta_{\max} \quad (3.3)$$

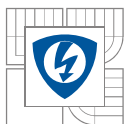
Velikost ustáleného oteplení vodiče (proudovodné části) je směrodatná pro volbu izolačních materiálů použitých v konstrukci přístroje nebo zařízení. Lze tedy říci, že použité izolační materiály a ochlazovací podmínky určují jmenovitý proud přístroje. Naopak jmenovitý proud přístroje a ochlazovací podmínky určují materiál izolace. Dovolená oteplení jednotlivých částí proudovodné dráhy přístroje nebo rozváděče vzhledem k maximální teplotě okolí udává příslušná norma.



Obrázek 3.1: Tepelné účinky proudu: a) oteplování, b) ochlazování

Přestane-li vodičem procházet proud, dochází k jeho ochlazování. Můžeme to popsat rovnicí

$$0 = \alpha_0 A \Delta \vartheta dt + cVd(\Delta \vartheta) \quad (3.4)$$



jejíž řešení je

$$\Delta \vartheta = \Delta \vartheta_{\max} \exp\left(-\frac{\alpha_0 A}{cV} t\right) = e^{-t/\tau} \quad (3.5)$$

Grafem je opět exponenciála se stejnou časovou konstantou jako při oteplování.

3.2 Ochlazování přístroje

Každé těleso, které má teplotu vyšší než okolní ovzduší, předává svému okolí teplo. Je to přirozené chlazení teplých těles vzduchem. Předávání tepla z povrchu tělesa do okolí probíhá obecně sáláním, vedením a prouděním. Vedení a proudění je v tekutinách, tj. v plynech a kapalinách, vždy spolu neoddělitelně vázáno. Předávání tepla z povrchu tělesa probíhá tak, že se vedením ohřívá (hraniční) vrstvička média, přiléhající k tomuto povrchu. Těsně u povrchu má tekutina stejnou teplotu jako těleso.

Ohřátím se ovšem objem média zvětší, jeho hustota se zmenší. Rozdíl tíhy studeného a teplého prostředí vyvolává vztlak, který (podle Archimedova zákona) působí na ohřátý objem směrem proti zemské tíži. Ohřáté prostředí se začne pohybovat vzhůru a na jeho místo přitéká prostředí studené. Děj se opakuje. Tekutina v sousedství teplejších stěn začíná proudit a k ochlazovanému povrchu přitéká stále další množství chladného prostředí. Proudění zvětšuje značně intenzitu odnímání tepla z povrchu tělesa.

Jevy vedení a proudění nelze v tekutinách od sebe oddělit, musíme je proto uvažovat společně. Protože pak vliv proudění (konvekce) převažuje nad vedením (kondukcí) tepla, zjednodušujeme názvoslovně situaci a hovoříme jen o proudění (konvekci). U přístrojů jde převážně o proudění přirozené, vyvolané naznačeným vztakovým jevem. Málo časté je proudění nucené, při němž je proudění chladicí tekutiny vyvoláno rotačním nebo pístovým kompresorem.

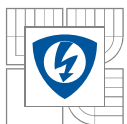
Spolupůsobení sálání, vedení a proudění má za následek, že přenášené teplo není již přímo úměrné rozdílu teplot, jak je tomu u pevných těles. Vztahy jsou složitější. Pokud však jde o přestup tepla při malém teplotním rozdílu, jak se s ním v elektrických zařízeních s izolanty třídy Y až H setkáváme, lze pro výpočet součinitele přestupu tepla α_0 vystačit místo se skutečnými závislostmi se zjednodušenými, často linearizovanými vztahy. Zpravidla pak pracujeme s empirickými vzorci, které v případě plynů zahrnují i sálání. [25]

3.3 Sdílení tepla vedením

Ke sdílení tepla vedením dochází v tělese s nerovnoměrným rozložením teploty $T=T(\mathbf{r},t)$; \mathbf{r} je polohový vektor, t je čas. Základem teorie vedení tepla je empirický Fourierův zákon

$$\vec{\Phi} = -\lambda A \text{grad} T \quad (3.6)$$

kde T je teplota, Φ je tepelný tok prošlý plochou A , stojící kolmo ke směru toku, a λ je součinitel tepelné vodivosti.



3.4 Sdílení tepla prouděním

Proudění představuje současné sdílení tepla vedením (molekulární transport tepla) a prouděním tekutiny (molární transport tepla). Podíly sdílení tepla vedením a prouděním tekutiny na celkovém transportu tepla jsou různé a záleží především na druhu proudění a termokinetických a hydrodynamických veličinách tekutiny. Je-li proudění vyvoláno uměle (čerpáním, ofukováním apod.), jde o proudění vynucené, vzniká-li samovolně vlivem závislosti hustoty tekutiny na teplotě, jedná se o proudění volné.

Matematický popis současného molekulárního a molárního přenosu tepla s uvažováním změny z numerických termokinetických a hydrodynamických veličin tekutiny s teplotou je velmi složitý a pro numerická řešení neupotřebitelný. Proto se případy sdílení tepla prouděním řeší v technické praxi matematicko-experimentálním postupem. Experimentálně zjištěné hodnoty se vyjadřují v bezrozměrném tvaru pomocí kritérií podobnosti, jejíž funkce tvoří kritériální rovnici, která je matematickým vyjádřením experimentálně sledovaného děje.

Teorie podobnosti umožňuje na základě experimentálně zjištěných hodnot v jednom technickém případě řešit výpočtem všechny geometricky, tepelně a hydrodynamicky experimentu podobné děje.

Uvedeným postupem se podstatně zjednoduší výpočet prouděním sdíleného tepla mezi teplosměnnou plochou A o teplotě T_s a tekutinou o teplotě T_o (obr. 26.5). Tepelný tok Φ sdílený prouděním určíme z Newtonovy rovnice

$$\Phi = \alpha \Delta T A \quad (3.7)$$

Zde značí ΔT teplotní skok v teplotní mezní vrstvě δ tekutiny, který se stanoví podle následujícího vztahu

$$\Delta T = \pm(T_s - T_o) \quad (3.8)$$

Znaménko plus značí ohřev a znaménko minus ochlazování tekutiny.

3.5 Sdílení tepla sáláním (zářením)

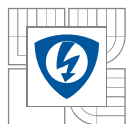
Při sálání se přenáší teplo z tělesa na těleso elektromagnetickým zářením. Záření, které přenáší tepelnou energii, označujeme souhrnně jako tepelné záření.

Těleso záření nejen vysílá, ale také může záření, které na ně dopadá, pohlcovat. Vznik tepelného záření z tepelné energie označujeme jako emisi, přeměnu záření v tepelnou energii jako absorpci. Tato přeměna záření v teplo a obráceně je vázána na hmotnost tělesa. Každá látka záření částečně odráží, částečně propouští a zbytek pohlcuje, tedy

$$\Phi = \Phi_r + \Phi_{tr} + \Phi_a \quad (3.9)$$

Energie pohlceného záření se mění hlavně v tepelnou energii látky. Poměr pohlcené energie k energii dopadající na tutéž povrchovou plochu nazýváme pohltivost, poměr odražené energie k energii dopadající nazýváme odrazivost a poměr propuštěné energie k energii dopadající nazýváme propustnost.

Obecnou závislost spektrální hustoty vyzařování $M_{\lambda B}$ na vlnové délce záření pro teplotní záření dokonale černého tělesa při různých absolutních teplotách T tělesa vyjadřuje Planckův zákon vyzařování



$$M_{\lambda B} = \frac{c_1}{\lambda^5 \left[\exp\left(\frac{c_2}{\lambda T}\right) - 1 \right]} \quad (3.10)$$

[26]

3.6 Oteplení rozváděčů

Tepelné ztráty jsou doprovodným jevem každého rozváděče. Jejich příčinou je ztrátový výkon proudových obvodů, vyvolaných průchodem elektrického proudu. Důsledkem je pak nárůst teploty jednotlivých elementů proudové dráhy.

Teplotní rozdíl mezi proudovými obvody a vnitřním prostorem rozváděče vyvolá přestup tepla a nárůst vnitřní teploty. Následným přestupem tepla mezi vnitřním prostorem rozváděče a okolním prostředím se po určité době vytvoří tepelná rovnováha s ustáleným rozložením teploty. Cílem výpočtu oteplení elektrického zařízení je dosáhnout takového rozložení teploty, při němž by nebyly za normálních provozních podmínek překročené tepelné meze, stanovené pro jeho jednotlivé části.

Ověření správnosti návrhu lze provést experimentálně typovou oteplovací zkouškou rozváděče. Protože typová oteplovací zkouška může být v některých případech těžko proveditelná či ekonomicky neúnosná, lze v souladu s normou ČSN 35 7107 provést výpočet na základě matematické extrapolace údajů, zjištěných při zkouškách jiných rozváděčů. Další možností je provedení simulaci oteplení některým z uvedených programů.[32]

3.7 Výpočtové programy

3.7.1 Rozváděče XP

Program je nenáročný na početní výkon, ke svému spuštění mu stačí Windows 98 a vyšší a také minimálně Microsoft Office Access 2000.

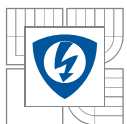
Program je určen výrobcům rozváděčů a rozvodnic. Měl by pokrýt administrativní potřeby při sjednávání zakázek, výrobě a distribuci. Data programu se ukládají do jednoho souboru, pokud se uživatel nerozhodne jinak. V databázi zakázek lze definovat zakázku od návrhu až po dokončení. Pomocí filtrů lze zobrazit zakázky navržené, nesmlouvané, probíhající a již dokončené.

Ke každému rozváděči lze přiřadit tyto hodnoty:

- Technické specifikace
- Štítek
- Protokol o kusové zkoušce
- Prohlášení o shodě
- Protokol o zkoušce částečně typově zkoušeného rozváděče
- Rozpočet
- Oteplení rozváděče

Oteplení rozváděče je prováděno výpočtem a dále je možno navrhnout chlazení a větrání.

Pro výpočet je nutno zadat rozměry a provedení skříně, dále okolní podmínky a nakonec i ztrátové výkony jističů, pojistek atd. Tyto jsou pro běžnou výstroj k dispozici,



další lze libovolně doplňovat. Program bere ohled i na soudobost a na požadovanou maximální či minimální teplotu skříní. [15.]

3.7.1.1 Výpočet oteplení

Výpočet oteplení se dělí na tři části. První je specifikace skříně. V tomto okně se zadávají rozměry, umístění, materiál skříně, teploty okolí a požadované teploty. Velmi důležitá je požadovaná teplota. Pokud výsledná teplota v rozváděči bude nad maximální požadovanou teplotu, program doporučí chlazení a větrání. Pokud bude výsledná minimální teplota pod požadovanou minimální teplotou, program doporučí topení ve skříní.

Výpočet oteplení

Číslo zakázky: 12345 Výrobní číslo: 111 Název: RM1

Skříní Ztrátové výkony Výpočet

Umístění skříně: 7 - uprostřed řady, zády u stěny a shora nepřístupná

Materiál skříně: 2 - plast, polyester, (sklo)laminát

Výška: 500 mm

Šířka: 300 mm

Hloubka: 200 mm

Te min: -5 °C (minimální teplota okolí)

Te max: 40 °C (maximální teplota okolí)

Ts min: -5 °C (minimální požadovaná teplota)

Ts max: 70 °C (maximální požadovaná teplota)

Zpracoval: Novák Josef

Hypertext 1:

Hypertext 2:

Hypertext 3:

Obrázek 3.2: Zadávání parametrů rozváděčové skříně v programu Rozváděče XP

3.7.1.2 Ztrátové výkony

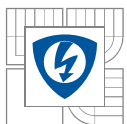
Výpočet oteplení

Číslo zakázky: 12345 Výrobní číslo: 111 Název: RM1

Skříní Ztrátové výkony Výpočet

Popis	Jednotka	Pd na jed.	Jednotek	Soudobost
Jistič (B, C a D char.) 10 A	pól	2,07	10	1,0
Jistič (B, C a D char.) 16 A	pól	2,52	12	1,0
*		0,00	0	1,0

Obrázek 3.3: Zadávání parametrů přístrojů v rozváděčové skříně v programu Rozváděče XP



Jednotlivé položky lze vepisovat ručně, nebo je lze přetahovat z Katalogu materiálu. Klepnutím pravým tlačítkem myši na knihu může být napojen program na XLS soubor s katalogem, nebo může být vytvořen nový. Katalog materiálu je běžný XLS soubor, který lze jakkoliv upravovat v EXCELU. Aby s tímto XLS souborem mohl program spolupracovat, je potřeba dodržet tato jednoduchá pravidla:

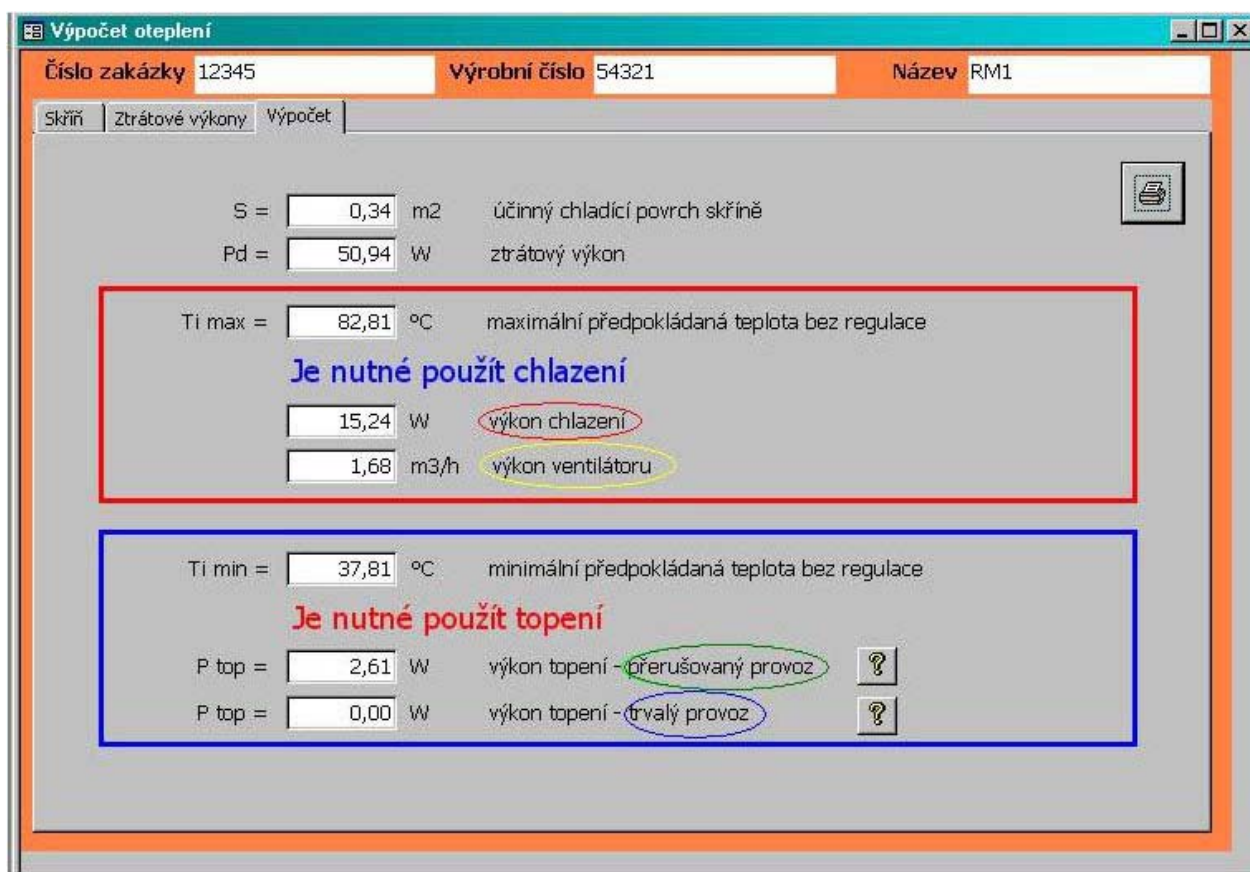
- data budou na prvním listě
- první sloupec - Položka (číslo, určitě ne třeba 123AB456)
- druhý sloupec - Popis (text např. LSN 16B/1)
- třetí sloupec - Jednotka (pól, kus, celek) - nemusí být vůbec
- čtvrtý sloupec - Ztrátový výkon (W) na jednotku

K programu je dodáván katalog (default - výchozí) ztrátových výkonů s nejpoužívanějšími typy pojistek a jističů. Je napsán na základě katalogů nejznámějších firem. Vzhledem k tomu, že prvků uvedených v katalozích bylo nepřehledné množství, je uveden vždy největší ztrátový výkon pro určitý typ a velikost jisticího prvku. Do souboru je možno další přístroje přidat, vytvořit nový soubor a naplnit jej prvky, které jsou používány.

3.7.1.3 Výpočet oteplení

Na poslední kartě budou zobrazeny výsledky výpočtu. Pokud je požadována maximální teplota např. 70 °C a program vypočte maximální teplotu ve skříni vyšší, doporučí chlazení a větrání. Chlazení je uvedeno ve Wattech a je to chladicí výkon klimatizace. Pokud je maximální teplota okolního vzduchu nižší, než požadovaná teplota ve skříni, program doporučí i výkon ventilátoru. Lze potom zvolit řešení s klimatizací nebo řešení s ventilátorem.

Pokud je výsledná minimální teplota ve skříni nižší než požadovaná minimální teplota, program doporučí topení. Pokud je požadována nějaká minimální teplotu skříně jen po dobu provozu, bude k topení uvažován i ztrátový výkon výstroje rozváděče. Potom může vyjít výsledný P_{top} pro trvalý provoz = 0 W. Znamená to, že díky ztrátovému výkonu výstroje za provozu neklesne teplota ve skříni pod požadovanou minimální teplotu. Při požadavku udržet minimální teplotu i mimo dobu provozu, budete muset být použito doporučené topení.



Obrázek 3.4: Ukázka provedení výpočtu podle zadaných parametrů[30]

3.7.2 Schrack

Program Schrack se snaží ulehčit výpočet oteplení rozváděčů a snaží se eliminovat rizika vyplývající z nesprávně určených a posouzených teplotních poměrů v rozváděčích. Program umožňuje stanovení teplotních poměrů v rozváděči výpočtem, pomocí známých vyzářených výkonů jednotlivých přístrojů. Tyto ztrátové výkony není nutné pro standardní přístroje zadávat, neboť tyto jsou již v programu uloženy. Program pracuje s následujícími skupinami přístrojů:

- Výkonové jističe (63–3150A),
- NH pojistky (6–1250A),
- šroubové pojistky (2–200A),
- jističe (2-50A),
- motorové spouštěče (do 80A),
- pomocné stykače (AC, DC),
- relé (AC, DC),
- výkonové stykače (4 – 325kW),
- signální svítidla,
- transformátory,
- síťové zdroje,
- měniče pro NC pohony,
- PLC,

- a dalšími zdroji tepla – možnost uložení vlastních zařízení.

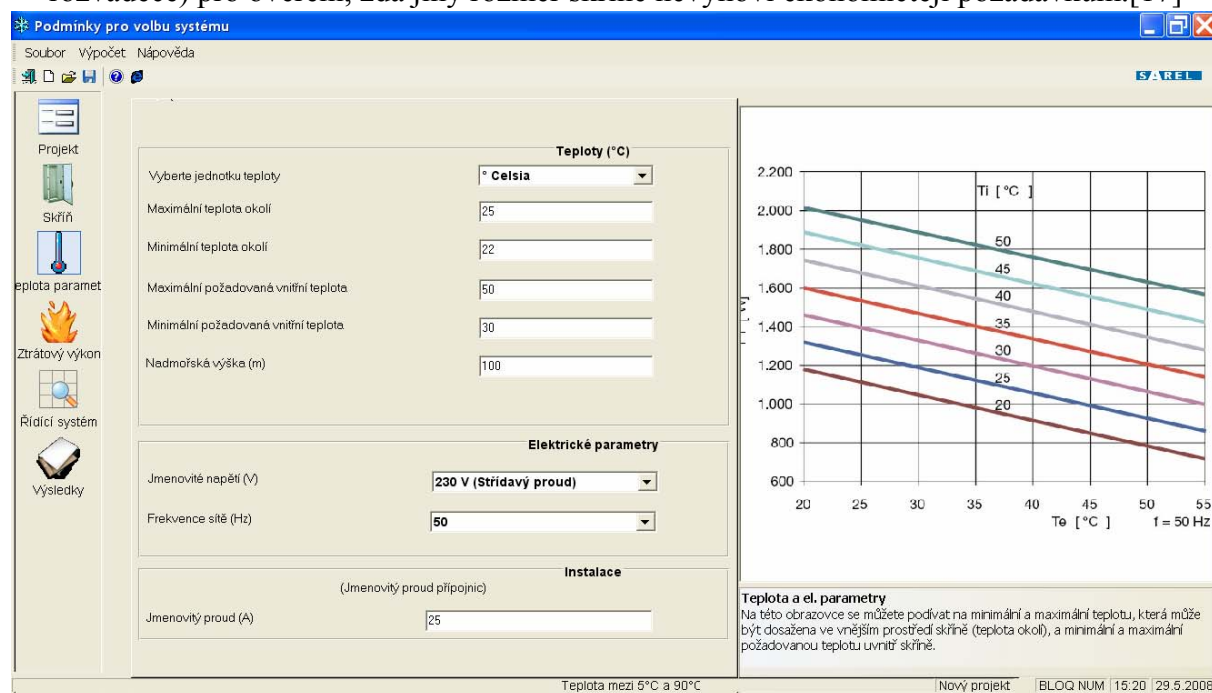
Program pracuje i s faktory soudobosti řídicích, výkonových a zvláštních prvků. Zahrnuje celý sortiment dodávaných rozváděčů firmy Schrack a všech parametrů pro vlastní schopnost vyzáření ztrátových výkonů z rozváděče nebo absorpci teplot z okolí (oceloplechové, nerezové a polyesterové). Pokud je ztrátový výkon instalovaného zařízení znám, je možné tuto hodnotu přímo zadat.

Program dále pracuje s minimálními nebo maximálními teplotami uvnitř v rozváděči a s minimálními a maximálními teplotami okolí. Výstupem je potom celkový ztrátový výkon, alternativní výčet chlazení nebo topení a návrh topení pro eliminaci kondenzátu v rozváděči.

Tento program pracuje pod všemi systémy Windows. A jeho instalaci a úvodní zaškolení provádí pracovníci firmy Schrack přímo u zákazníka.[16]

3.7.3 Clima

Program pro návrh a optimalizaci rozváděčů a skříní Sarel, ale také i obecných rozváděčů. Kontroluje teplotu v rozváděči bez jakékoli regulace a navrhuje velikost výkonu pro topení nebo chlazení. Počítá hodnotu autokonvekčního výkonu (s ohledem na plochu rozváděče) pro ověření, zda jiný rozměr skříně nevyhoví ekonomičtěji požadavkům.[17]

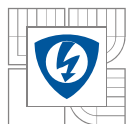


Obrázek 3.5: Ukázka programu Clima firmy Schneider

3.8 FEM a FVM

Podle tab.1.1 jsou nejpoužívanější systémy na analýzu oteplení ANSYS, MAXWELL, FLUX, FLUENT a STAR-CD.

3.8.1 Metoda konečných prvků



Na otázku, co řeší metoda konečných prvků (Finite Elements Method), existuje několik relevantních odpovědí. Ve své nejobecnější podstatě se jedná o, v současné době, nejefektivnější, nejpreciznější a zároveň dostačující způsob řešení jakéhokoliv děje, který lze popsat diferenciálními rovnicemi, popř. souborem takovýchto dějů, a to na inženýrské bázi.

Jako jedna z mála poskytuje výsledky problémů běžné praxe, které ať už pro svou komplexnost či pro svou rozsáhlost nebyly ještě do poměrně nedávné doby vůbec řešitelné. Uvážíme-li fakt, že naším dnešním popisným nástrojem jsou na matematické úrovni především diferenciální rovnice, je pochopitelná širší využití této metody. Ačkoli ve své podstatě řeší obecně jakýkoliv vědecký problém, je nejčastěji využívána v přírodních vědách a v poslední době hlavně v technických vědách.

FEM má nebo poskytuje návod k dosažení potřebných výsledků, ale způsob takto navrhovaného postupu se neobejde bez reálných podmínek, kterými jsou výpočetní technika a s ní těsně spjatý výpočtový čas. Zavádíme-li pojmy jako inženýrské postupy, inženýrská věda atd. rozumíme tím vždy určité zjednodušení. Právě inženýrské aplikace jsou „dělnické práce“ vědy. Jsou to ony, které se zabývají běžnými problémy a hledají východisko z „neřešitelných“ situací.

Cílem jejich řešení není preciznost použitého postupu, ale hlavně použitelnost dosažených výsledků. Neexistence výpočetní techniky dříve způsobovala, že člověk i když znal postup řešení (tedy algoritmus) nemohl dospět k přijatelnému výsledku a to díky svým omezeným schopnostem reprodukce informace, překlepům, rutinním chybám, přehlédnutí.[18]

3.8.2 ANSYS

ANSYS je univerzální softwarový nástroj pro modelování a analýzu. Používá se pro řešení složitých problémů z následujících oblastí:

- mechanika těles
- přenos tepla
- proudění kapalin a plynů
- magnetismus
- elektrická pole

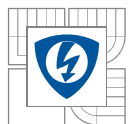
a mnoho dalších ...

Výše uvedené problémy se mohou kombinovat, takže je možné řešit společně například tepelné + mechanické namáhání, elektromagnetické pole, akustika, piezoelektrické jevy, apod.

3.8.2.1 Hlavní vlastnosti

Strukturální analýza umožňuje stanovit deformace, mechanické namáhání a síly reakce: Typy strukturální analýzy:

- Statická analýza – používá se při podmínkách statického zatížení. Je možné řešit jak lineární, tak i nelineární úlohy, jako např.: rozsáhlé průhyby, ohyb, napětí v nosníku, pevné spoje, plasticita, hyperelastická, problematika tečení materiálů, apod.
- Modální analýza – výpočet vlastních frekvencí a tvar modů lineárního systému. Spektrální analýza pro výpočet namáhání v důsledku náhodných vibrací (spektrum odevy)



- Harmonická analýza – výpočet odezvy lineárního systému na harmonicky proměnnou (sinusově) zátěž
- Přechodová dynamická analýza – výpočet odezvy systému na časově proměnnou zátěž
- Výpočet vzpěrového namáhání – mechanika zlomů, výpočet únavy materiálů

Teplotní analýza umožňuje stanovit ustálené nebo časově závislé rozložení teploty v daném objektu. Mezi další hledané veličiny patří např. tepelné ztráty nebo oteplení, teplotní gradienty, tepelný tok. Teplotní analýza je často následována strukturální analýzou pro výpočet namáhání v důsledku šíření tepla. ANSYS umožňuje řešit:

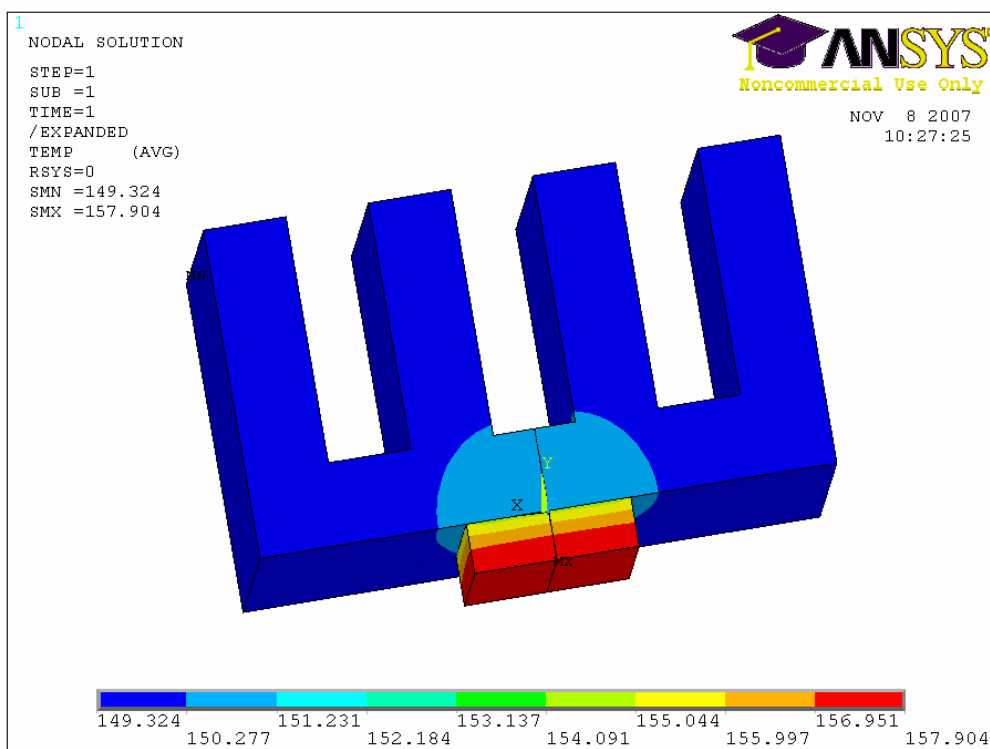
- Fázové změny (tavení nebo tuhnutí), vnitřní zdroje tepla (např. Jouleovo teplo v důsledku průchodu elektrického proudu)
- Základní principy přenosu tepelné energie (vedení – kondukce, proudění – konvekce, záření – radiace)

Elektromagnetická analýza se používá pro výpočet magnetických polí:

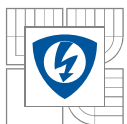
- Mezi hledané veličiny v magnetické analýze patří hustota magnetického toku, intenzita magnetického pole, magnetické síly a momenty, impedance, indukčnost, vířivé proudy, výkonové ztráty a rozptyl magnetického toku.
- Magnetické pole může být generováno elektrickými proudy, permanentními magnety a/nebo externími poli.

Typy magnetické analýzy:

- Statická magnetická analýza – výpočet magnetických polí generovaných stejnosměrným proudem (DC) nebo permanentními magnety
- Harmonická magnetická analýza – výpočet magnetických polí v důsledku střídavého proudu (AC)
- Přechodová magnetická analýza – výpočet magnetických polí generovaných časově proměnným elektrickým proudem nebo externím polem



Obrázek 3.6: Ukázka teplotní simulace programu ANSYS



Elektrická analýza se používá pro výpočet elektrického pole ve vodivých nebo kapacitních systémech. Mezi hledané veličiny patří: proudová hustota, hustota náboje, intenzita elektrického pole a Jouleovo teplo.

Vysokofrekvenční (VF) elektromagnetická analýza se používá pro řešení prvků mikrovlnné a radiové techniky, vlnodů, radarových systémů, koaxiálních konektorů, apod.

Analýza proudění tekutin se používá pro stanovení toku a teplotních charakteristik proudících tekutin. Do analýzy proudění tekutin zahrnujeme např. akustickou analýzu – interakce mezi proudící tekutinou a okolními tělesy, šíření zvukových vln, dynamika systémů pod hladinou tekutiny.

Analýza spřažených polí, kde se uvažuje vzájemná interakce mezi dvěma nebo více poli. Jednotlivá pole se navzájem ovlivňují, nelze je tedy řešit samostatně a odděleně od ostatních interagujících polí. ANSYS umožňuje kombinaci více polí.

- Příklad: piezoelektrická analýza vyžaduje souběžně řešit rozložení napětí (elektrická analýza) a mechanického namáhání (strukturální analýza).

- Jiné příklady analýzy spřažených polí:

- tepelné + mechanické namáhání
- interakce tekutiny s pevným tělesem
- indukční ohřev, indukční míhání (u obloukové pece)
- oblouk (zhášecí proces)[19]

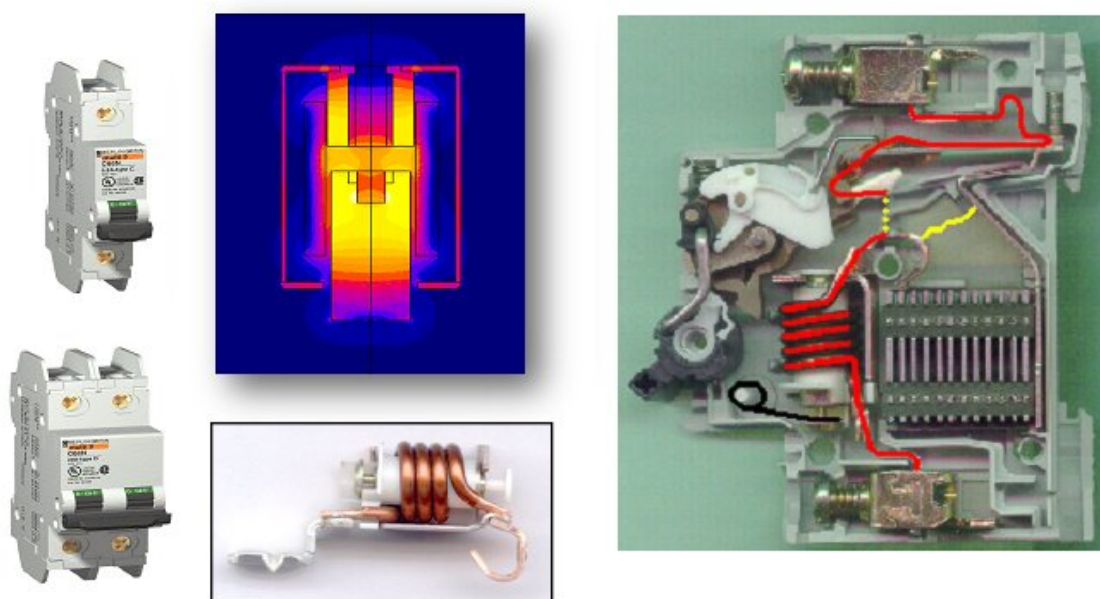
3.8.3 Flux

Je konečnoprvková aplikace užívaná pro elektromagnetickou a teplotní simulaci ve 2D a 3D. Program slouží k navrhování a analýze elektromagnetických zařízení.

Je založený na 30-ti leté zkušenosti, zvládá mnohoparametrové analýzy, rozšířené vazby elektrických obvodů a kinetické vazby, harmonické a přechodné analýzy.

Příklady použití programu flux pro návrh, optimalizace a analýzu:

- Elektrické stroje: stejnosměrné stroje, synchronní stroje, asynchronní motory, krokové elektromotory, bezkartáčové motory, spínané reluktanční motory, PM motory, generátory.
- Pohony: lineární motory, elektromagnetické brzdy, stykače, magnetická ložiska, palivové vstřikovače.
- Senzory: kapacitní a indukční snímače, senzor otáček, nedestruktivní zkoušky vířivými proudy, magnetoskop, synchronní přenosy, elektrické metry.
- Přenos a přeměna energie: transformátory, silové kabely, přes hlavní silnoprůdové vedení, vysokonapěťové zařízení, izolátory, spojky, tavné pojistky.
- Výrobní procesy: indukční pec, tepelná zpracování, dielektrický ohřev, magnetické třídění, magnetizování.
- Polní generátory: hmotnostní spektrometry, magnetický záznam, polarizační pole, magnetizační zařízení.
- EMC: stínění, vyzařující pole, bleskosvody.
- Přístroje (jističe, pojistky atd.)



Obrázek 3.7: Ukázka použití programu Flux na analýzu jističe

3.8.3.1 Hlavní vlastnosti

Multiparametrová analýza: Rozsáhlé parametrické úlohy mohou být dokončeny ve 2D nebo 3D používáním multiparametrických schopností programu FLUX. Měníci se nebo proměnné hodnoty některých parametrů mohou být uživatelem dokončeny jako funkce jedné nebo několika parametrů.

Množství možných použitých parametrů např:

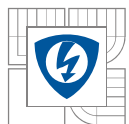
Geometrie: velikost, pozice; Síť: velikost a hustota; Materiálové vlastnosti: permeabilita, permitivita, magnetická indukce, rezistivita; Zdroje; Prvky elektrických obvodů; Hraniční podmínky; Frekvence a skluz (pro asynchronní stroje)

Zobrazení výsledků

- Potenciál, hustota toku, teplota, elektrická a magnetická pole,
- Ztráty v železe,
- Elektrické veličiny na součástech: proud, napětí, síla, indukční odpor cívky,
- Mechanická veličiny: pozice, rychlost, síla, kroutivá síla,
- Uživatelsky definované veličiny.

Možné formáty zpracování

- Vektorový diagram,
- 2D a 3D křivky funkce proměnných parametrů, trajektorie, mřížka ...,
- Spektrální analýza,
- Vyhledávací tabulka,
- Rozsáhlé exportní schopnosti (Excel, Word, ...),



- AVI animace,
- Uživatelsky definovaný následně zpracovatelný formát.[20]

3.8.4 Maxwell

Maxwell tvoří početnou skupinu simulačních programů na řešení elektromagnetických polí. Užívá se pro navrhování a rozbor 3D/2D struktur, jako jsou motory, vybavovače, transformátory a další elektrická a elektromagnetická zařízení společná pro automobilové, armádní/letecké a průmyslové systémy. Založené na FEM, Maxwell přesně řeší statickou elektřinu, kmitočtovou doménu a časově proměnné elektromagnetické a elektrické pole.

3.8.4.1 Hlavní vlastnosti

Automatické přizpůsobivé síťování (Meshing)

Program Maxwell užívá techniku automatického přizpůsobování šitě. Program vytváří zjemňuje pomocí automatických algoritmů konečnoprvkovou síť tak, aby řešení konvergovalo.

Simulování nízkofrekvenčních elektromagnetických polí

- Přechodné jevy
- Střídavé elektromagnetické pole
- Magnetická pole
- Elektrická pole

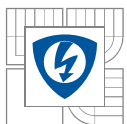
Zobrazení dat a vizualizace

- Vizualizace polí a animace
- Síťová vizualizace
- Proud, indukované napětí, součin magnetického toku
- Ztráty výkonu
- Ztráty v jádře, vířivé proudy, nadbytek, hysterezní ztráty
- Impedance, indukance, kapacitance
- Síla, kroutící moment
- Uživatelské zprávy řešení dat[21]

3.8.5 Metoda konečných objemů

Obecně lze říci, že metoda konečných objemů řeší diferenciální rovnice tak, že je převede na soustavu algebraických rovnic. Konečné objemy se vztahují na malý objem obklopující každý bod na síti. Protože proudění je totožné k zbytku vedlejšího objemu, tyto metody jsou konzervativní. Výhodou metody konečných objemů je jednodušší formulování počítání pro nestrukturovanou síť. Metoda je užívána v mnoha početních oblastech v dynamických tekutinách. [22]

Základem metody konečných objemů je:



- Generování sítě bodů,
- sestavení buněk a kontrolních objemů,
- aproximace objemových a plošných integrálů,
- aproximace časové derivace v určujících parciálních diferenciálních rovnicích ekvivalentními výrazy s konečnými diferencemi na základě Taylorova rozvoje,
- implementace okrajových podmínek.[31]

3.8.6 FLUENT

Program FLUENT slouží ke komplexnímu řešení problematiky proudění, přenosu tepla a hmoty, včetně chemických reakcí a spalování. FLUENT obsahuje nástroje, které umožňují řešit nejrozmanitější úlohy z oblastí proudění, přenosu tepla a spalování, efektivně vytvářet výpočetní oblasti na základě geometrických dat získaných z CAD systémů, volit hustotu i tvar buněk podle potřeb řešené úlohy a získávat výsledky vypovídající o zkoumaném problému, teploty, rychlosti, tlaky, koncentrace apod.

Možnosti řešení programu FLUENT

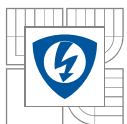
- vícefázové proudění, volná hladina
- externí a interní aerodynamika
- přenos tepla a hmoty
- proudění za rotace
- chemické reakce
- spalování
- akustika
- optimalizace

Program FLUENT je využíván zejména v těchto oblastech

- energetika
- turbinářství
- aerodynamika
- simulace havárií
- letecký průmysl
- vodohospodářství
- automobilový průmysl
- ventilace, klimatizace, vytápění
- procesní a ekologické inženýrství
- metalurgie, sklářství, plastikářství

Všeobecná charakteristika

- Integrovaný postprocesor.
- 2D i 3D geometrie.
- Stacionární i nestacionární analýzy.
- Všechny režimy toku (nestlačitelné i stlačitelné, podzvukové i nadzvukové proudění).
- Laminární, přechodové i turbulentní proudění.



- Newtonské i ne-Newtonské toky.
- Přenos tepla se zahrnutím kondukce, přirozené i nucené konvekce a radiace, S2S, Solar model.
- Chemické reakce.
- Spalování Finite Rate, Magnussen, PDF, NOx.
- Volná hladina.
- Vícefázové proudění - částice, kapky bubliny.
- Změna fáze.
- Porézní média i s neizotropickou permeabilitou.
- Diskrétní modely - ventilátory, čerpadla, výměníky.
- Rotace - MRF, Mixing Plane a Sliding Mesh.
- Objemové zdroje tepla, hmoty, a silových účinku.
- Pohybující se a deformující se sítě.

Tvorba sítě

- Přímá vazba na CAD/FEA systémy ve formátech ANSA, ANSYS, CATIA, ICEM/CFD, I-DEAS, NASTRAN, PATRAN, Pro/ENGINEER a další.
- Strukturované i nestrukturované sítě, automatické vytvoření přechodové vrstvy, hybridní a nekonformní sítě, wrapping.
- Speciální programy pro tvorbu a úpravu sítě GAMBIT, T/Grid [24]

3.8.7 STAR-CD

Je to program založený na metodě konečných objemů od firmy cd-adabco.

STAR-CD poskytuje průmyslové řešení pro proudění tekutin a přenos tepla.

Jeho hlavní výhodou je univerzální schopnost řešit úlohy, které zahrnují komplexní geometrie (stacionární nebo nestacionární). Obsahuje zdokonalený záběr výpočetních procesů a schopnost simulovat fyzikální jevy, které až doposud byly mimo dosah hlavní technologie CFD (Computational Fluid Dynamics).[23]

3.9 Příklady výpočtu oteplení

Tento příklad má ukázat praktické použití výpočtového programu Rozváděče XP a programu založeného na metodě konečných prvků. Jedná se o rozváděčovou skříň rodinného domku, ve které jsou umístěny jističe a ostatní přístroje jako je např. elektroměr. Cílem tohoto příkladu je ověřit, jestli tento rozváděč vyhovuje z hlediska oteplení. Rozváděč má tyto rozměry? šířka 750mm, výška 550mm, hloubka 260mm a je osazen těmito přístroji:

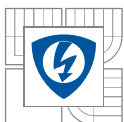
Druh přístroje	Ztrátový výkon [W]	Počet přístrojů
Jistič LPE B/C 16A	2,93	3
Jistič LPE B/C 10A	1,95	4
Jistič LPE B/C 6A	0,95	3

Tabulka 3.1: Přístroje rozváděče[34]

3.9.1 Řešení programem Rozváděče XP

Řešení se sestává ze tří kroků

1. Zadání umístění skříně, rozměrů skříně a teplot okolí a požadovaných teplot.

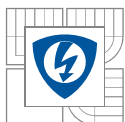


2. Zadání přístrojů, druhů přístrojů, jejich počet a zadání ztrátových výkonů.
3. Samotný výpočet podle zadaných parametrů.

Obrázek 3.8: Zadání parametrů skříňe

Popis	Jednotka	Pd na jed.	Jednotek	Soudobost
Jistič LPE B/C 16A	pól	1,95	3	1,0
Jistič LPE B/C 10A	pól	2,93	4	1,0
Jistič LPE B/C 6A	pól	0,95	3	1,0

Obrázek 3.9: Zadání parametrů přístrojů



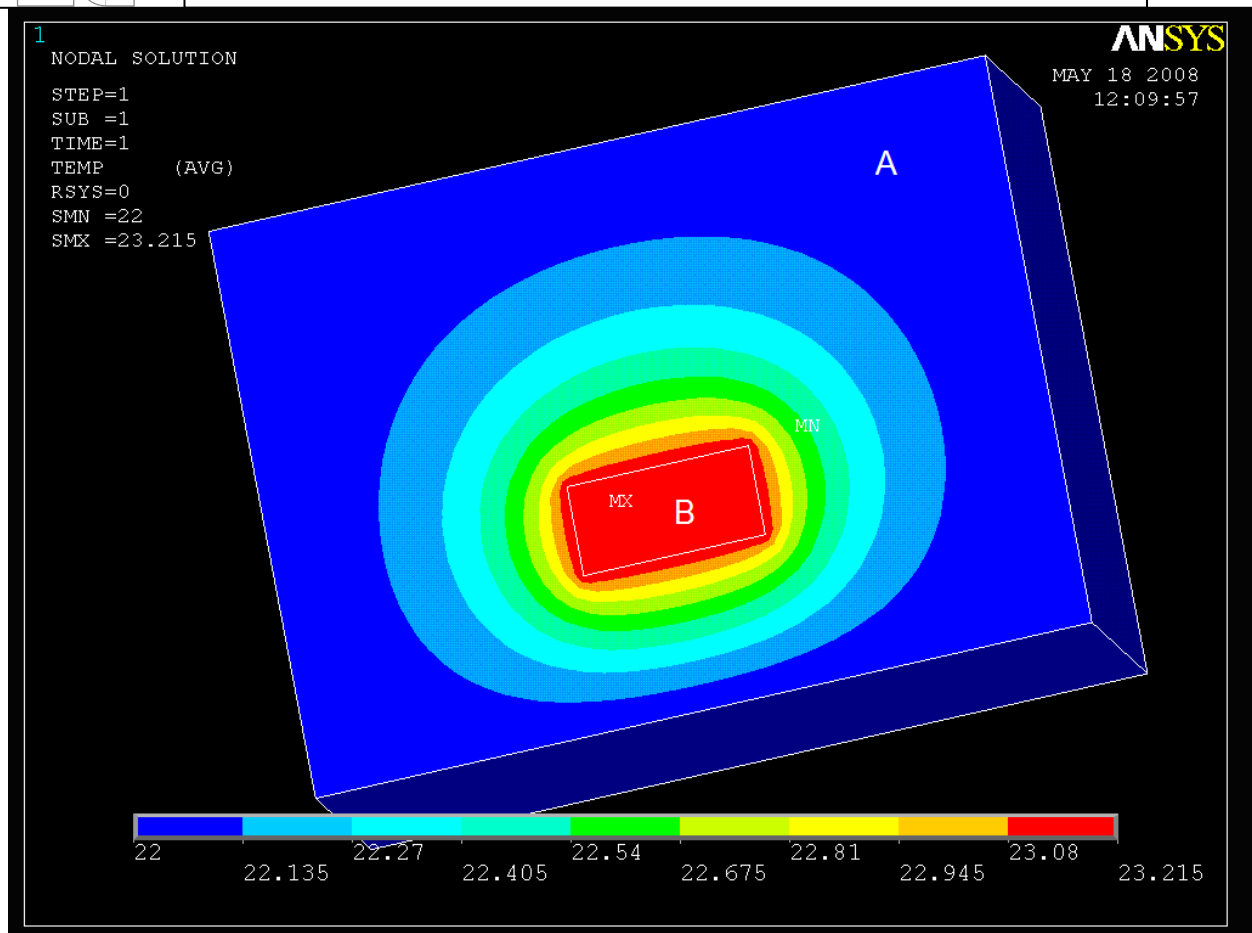
Obrázek 3.10: Výpočet oteplení programu Rozváděče XP

Jako počáteční podmínky byly zvoleny minimální a maximální teploty $T_{\min}=20^{\circ}\text{C}$ a $T_{\max}=25^{\circ}\text{C}$. Maximální požadovaná teplota byla zadána $T_{s\max}=50^{\circ}\text{C}$. Hodnoty ztrátových výkonů jsou nastaveny podle tabulky 3.1. Výsledky oteplení jsou vidět v obrázku 3.10, kdy pro T_{\min} vyšlo oteplení $T_{i\min}=23,19^{\circ}\text{C}$ a pro T_{\max} $T_{i\max}=28,19^{\circ}\text{C}$. Z těchto výsledků plyne závěr, že není potřeba instalovat přídatné chlazení.

3.9.2 Řešení programem ANSYS

Řešení se sestává:

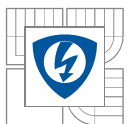
1. Výběr analýzy: Thermal.
2. Výběr typu elementu: Prostorový.
3. Nadefinování materiálových charakteristik: Nastavení tepelné vodivosti přístrojů a obklopujícího vzduchu.
4. Vytvoření geometrie modelu: Prostřednictvím externího CAD systému Autodesk Inventor 2008 s exportováním formátu sat.
5. Vytvoření konečnoprvkové sítě: Nastavena free mesh.
6. Nastavení okrajových podmínek: Teploty okolí působící na rozváděč, zadání tepelných ztrát přístrojů.
7. Spuštění analýzy.
8. Zobrazení výsledků: Viz. obrázek 3.11.
9. Analýza výsledků. [33]



Obrázek 3.11: Ukázka řešení programem ANSYS (kde A – vzduch obklopující přístroje, B – přístroje)

Výhody řešení pomocí MKP v oblasti oteplení rozváděčů jsou grafická interpretace výsledku, v každém bodě je možné určit danou teplotu rozváděče. Nevýhodou je méně pohodlné zadávání parametrů a nutnost vytvořit geometrii rozváděče. Pro případné uživatele může být nevýhodou nákladné a časově náročné zaškolení.

Podle obrázku 3.11 nárůst oteplení je 1,215°C. I v tomto případě není nutné přidavné chlazení rozváděče. Ale nutno podotknout, že při řešení bylo provedeno několik zjednodušení, které určily tento výsledek, byl zanedbán odvod tepla zadní stěnou rozváděče, tepelné ztráty jsou odváděny celým objemem jističe stejně oproti skutečnosti.



4 ZÁVĚR

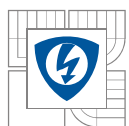
V bakalářské práci jsem se snažil zmapovat co nejpřesněji Českou a Slovenskou republiku, co se týče využívání 2D CAD systému. K splnění cíle jsem kontaktoval 112 firem zabývajících se návrhem rozváděčů nn. Odpověděla pouze čtvrtina firem, ale i tak to dává určitý přehled. Nejvíce používaný systém, jak již bylo uvedeno, je AutoCAD, celá polovina firem uvedla, že jej používá. Na druhém místě se umístil systém Microstation, který uvedly tři firmy, dvě používají pouze Microstation a jedna společně se systémem AutoCAD. Na třetím místě se umístil program SchémataCAD, který je využíván dvěma firmami. Po jedné firmě uvedly, že používají DesignCAD a nebo OtherCAD společně s AutoCADem.

Jednotlivé systémy jsem se snažil představit, popsat hlavní vlastnosti, uvést jaké používají datové formáty a také hardwarové nároky a případně přehled vydaných verzí.

Všechny uvedené systémy používají svoje vlastní grafické rozhraní a ke svému základnímu chodu nepotřebují jiné aplikace.

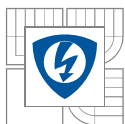
Ve druhé části bakalářské práce jsou popsány systémy používané k výpočtu oteplení rozváděčové skříně. Výhodou těchto systémů je pohodlné zpracování výsledků bez nutnosti kontroly oteplení pro danou konfiguraci přístrojů, což umožňuje určit dopředu, zda je potřeba přídatné chlazení bez nutnosti dodatečné instalace. Programy jsou rozděleny do dvou skupin. V první skupině se nacházejí programy, které vypočítají pouze hodnotu oteplení skříně. Jedná se zejména o programy dodávané výrobcí rozváděčů pro kontrolu oteplení podle instalovaných elektrických přístrojů. V druhé skupině jsou programy založené na metodě konečných prvků a konečných objemů, kde jejich hlavní výhodou je možnost zadávat velké množství počátečních podmínek, a tím podchytit co nejvíce vlivů ovlivňujících oteplení rozváděčové skříně.

V poslední části jsem se snažil předvést praktickou ukázkou dvou rozdílných programů, a to Rozváděče XP a Ansys. Výhoda prvního je zřejmá, je přímo vytvořen na výpočet oteplení rozváděče. Stačí jen zadat základní údaje rozváděče a ztrátové výkony a jisté počáteční podmínky jako je zadávání minimálních a maximálních požadovaných teplot a teplot okolí. Za to program založený na metodě konečných prvků není určen přímo pro výpočet oteplení rozváděče, ale pro řešení obecných fyzikálních dějů. Pro uživatele z toho plyne, že vytvoří poměrně složité geometrii modelu a nastaví vlastnosti materiálů, ale i také i výhody, které jsou uvedeny výše.



LITERATURA

- [1] KUCHYŇKOVÁ H., KUTNOHORSKÝ V., *Počítačová podpora konstruování*. 2003
- [2] *XANADU Komplexní IT řešení, CAD/GIS/PLM, Autodesk, HP, Microsoft* [online]. c2007, [cit. 2007-11-7], <<http://www.xanadu.cz/autocad.asp>>
- [3] *GISOFT - CAD, GIS, systémy pro správu infrastruktury, projekční systémy* [www.gisoft.cz] [online], c2005, [cit 2007-12-1], <<http://www.gisoft.cz/MicroStation/MicroStation>>
- [4] *ELMER – SchémataCAD* [online], c2007, [cit 2007-12-1], <<http://elmer.cz/schemata.html>>
- [5] Návod programu schémataCAD
- [6] *ARCADEA – Home Page* [online], c1996, [cit 2007-11-8], <<http://www.arcadea.cz/programy/dc2000.htm>>
- [7] *DESIGN CAD EXPRES 16 PL* [online], c2005, [cit 2007-12-3], <http://www.sklep-pc.pl/327_DESIGN_CAD_EXPRESS_16_PL.html>
- [8] Ing. Petr Falek - Engineering Service. *Programy OLD* [online], c2007, [cit 2007-11-10], <http://www.designcad.info/programy/programy_old.html>
- [9] *DesignCAD – Personální 2D/3D CAD pro kreslení a projektování* [online], c2002, [cit 2007-10-11], <www.designcad.cz/dcad/dcad.htm>
- [10] *Domovská stránka ALPRO, OtherCAD* [online], c2005, [cit 2007-11-7], <<http://web.telecom.cz/alpro/>>
- [11] *OtherCAD – uživatelské stránky – Popis* [online], c2007, [cit 2007-11-29], <http://othercad.webpark.cz/OC_popis.htm>
- [12] Návod programu OtherCAD
- [13] *DesignTech.cz - otevřený publikační portál věnovaný nejen CA technologiím* [online], c2005, [cit 2007-12-08], <<http://www.designtech.cz/c/cad/kdyz-se-rekne-autocad-lt.htm>>
- [14] *CAD Fórum – slovníček pojmů* [online], c2007, [cit 2007-12-14], <<http://www.cadforum.cz/cadforum/slovník.asp>>
- [15] *Elektrika.cz, elektrotechnický portál o silnoproudé elektrotechnice. Nízké napětí, elektroinstalace! Vyhlášky, schémata, zapojení. Svět elektrotechnika!* [online], c1998. [cit 2008-3-11]. <<http://elektrika.cz/data/clanky/clanek.2005-06-03.7572888685>>
- [16] *Elektrika.cz, elektrotechnický portál o silnoproudé elektrotechnice. Nízké napětí, elektroinstalace! Vyhlášky, schémata, zapojení. Svět elektrotechnika!* [online], c1998. [cit 2008-3-11]. <<http://elektrika.cz/data/clanky/schrack-program-pro-vypocet-otepleni-v-rozvadeci/view>>
- [17] *Homepage – Extranet Schneider Electric* [online], c2006, [cit 2008-3-12] <http://extranet.schneider-electric.cz/index.phtml?url=knihovna/software/rozvody_el_en/clima/popis>
- [18] KOŇAS P. *Úvod do programu Ansys 5.4*, Elektronická skripta
- [19] *ANSYS* [online]. [cit 2008-4-11]. <<ftp://Kesap/APP/EVERYONE/VYUKA/BISE/Ansys.pdf>>
- [20] *Cedrat Group: Flux* [online]. c1998, [cit 2008-3-12] <<http://www.cedrat-groupe.com/en/software-solutions/flux.html>>
- [21] *Ansoft Corporation* [online]. c2008 [cit 2008-3-5] <<http://www.ansoft.com/products/em/maxwell/>>
- [22] *Finite volume method* [online]. c2008 [cit 2008-3-5] <http://en.wikipedia.org/wiki/Finite_volume_method>
- [23] *Desktop Engineering – CD – adapco Releases STAR-CD V4.06* [online]. [cit 2008-5-28]. <<http://www.deskeng.com/articles/aaajfg.htm>>



- [24] *FLUENT – TechSoft Engineering, spol. s r.o* [online], c2006 [cit 2008-5-15].
<<http://www.techsoft-eng.cz/fluent/>>
- [25] HAVELKA O. A KOL., *Elektrické přístroje*. SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha, 1985. 440 s. ISBN 04-529-85.
- [26] RAČEK J, *Technická mechanika. Mechanika tekutin a termomechanika*. Brno: Nakladatelství Novotný, 2007. 231s. ISBN: 978-80-214-3368-7.
- [27] VÁVRA Z, *Vysoké napětí a elektrické přístroje část II Elektrické přístroje*. s. 83s.
- [28] CSIRSÍK V. *Rozváděče NN normalizace, výroba, dimenzování a zkoušení – sborník přednášek*. H.V.K.L. Propag Team,
- [29] *Electra No. 234 – October 2007*, str 13-18, článek s názvem:
Simulations and Calculations as Verification Tools for Design and Performance
Assessment of High-Voltage Equipment.
- [30] Rozváděče XP - nápověda k programu
- [31] *Metóda konečných objemov*[online], c2002 [cit 2008-5-28], <<http://www.cfd.sk/cfd-book/node103.html>>
- [32] *Elektrotepelná technika – Kombinování* [online], [cit 2008-3-20],
<http://fei1.vsb.cz/kat451/studium/studium_soubory/studijni_materialy/epez/Epez.htm>
- [33] VLACH R, *Tepelné výpočty v elektrotechnice* [online], [cit 2008-5-20],
<<https://www.vutbr.cz/elearning>>
- [34] *OEZ – katalogy*[online], c2007 [cit 2008-5-21],
<<http://www.oez.cz/document.asp?thema=2569>>